Nº d'ordre : 79

THÈSE

PRÉSENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

Mention "SCIENCES"

PAR

Charles GRASSELLY

Ingénieur à l'Institut National de la Recherche Agronomique

L'Amandier ; caractères morphologiques et physiologiques des variétés, modalité de leurs transmissions chez les hybrides de première génération.

Thèse soutenue le 4 Juillet 1972, devant la Commission d'Examen :

MM.	J. SECHET, Professeur	*Président*
	VINDT, Professeur	*Examinateurs*
	EYMÉ, Professeur	*Examinateurs*
	J. SOUTY, Directeur de Recherches à l'I.N.R.A., Chargé de mission	*Examinateurs*

1972

N° d'ordre : 79

THÈSE

PRÉSENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

Mention "SCIENCES"

PAR

Charles GRASSELLY

Ingénieur à l'Institut National de la Recherche Agronomique

L'Amandier ; caractères morphologiques et physiologiques des variétés, modalité de leurs transmissions chez les hybrides de première génération.

Thèse soutenue le 4 Juillet 1972, devant la Commission d'Examen :

MM.	J. SECHET, Professeur	*Président*
	VINDT, Professeur	*Examinateurs*
	EYMÉ, Professeur	*Examinateurs*
	J. SOUTY, Directeur de Recherches à l'I.N.R.A., Chargé de mission	*Examinateurs*

1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INTRODUCTION

Dans de nombreux pays méditerranéens, l'Amandier, multiplié par semis, est demeuré tel qu'il était à l'époque biblique, au stade de l'agriculture de cueillette : un arbre semé au bord d'un champ, d'une route, décoratif au printemps et dont les fruits sont ramassés en année favorable.

Dans certains pays tels que l'Espagne, l'Italie, la Tunisie, une certaine amélioration a été apportée depuis près d'un siècle à cette culture sous deux aspects : culture rationnelle en verger, en remplacement des cultures en lignes au bord des champs ; multiplication par greffage des meilleurs arbres observés.

Aux Etats-Unis et spécialement en Californie, la culture de l'Amandier a atteint un niveau technique très élevé : greffage d'une variété principale représentant 80 % des vergers, plantation en sol profond irrigué et fumé, traitements contre les maladies. Dans ces conditions, la production atteint des chiffres très élevés et relativement réguliers d'une année sur l'autre, alors que dans les vieux pays méditerranéens, cette production est très oscillante.

Dans notre ancien monde, les espèces fruitières à gros fruits, comme le Pêcher, le Pommier et le Poirier, procurant des revenus plus élevés, ont jusqu'à nos jours accaparé l'attention des chercheurs, alors que l'Amandier demeurait le parent pauvre de l'arboriculture fruitière.

Actuellement, le contexte semble favorable à une reprise en France de la culture de cette espèce pour deux raisons : l'une économique, l'autre technique. Sur le plan économique en effet,

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547317_0008

d'une part les fruits frais : pêches, pommes, poires sont commercialisés, en raison de leur abondante production, à des cours laissant peu de bénéfice aux producteurs; d'autre part, la consommation de fruits secs est en augmentation constante dans les pays industriels et s'accroit en fonction du niveau de vie.

Enfin, la culture de l'Amandier tend à régresser dans certains pays méditerranéens qui, avec la mise en valeur de terres nouvellement irriguées ou remembrées, ont tendance à accroître les cultures dites riches : agrumes, raisins de table au détriment de cultures anciennes et réputées pauvres comme l'Amandier.

Sur le plan technique, les arboriculteurs commencent à comprendre que l'Amandier est capable, s'il est planté dans des sols convenables, bien cultivé et soigné, de produire d'une manière rentable.

Pour toutes ces raisons, les arboriculteurs ont donc besoin, pour assurer à leurs nouvelles plantations le maximum de chances, de techniques appropriées et d'un matériel génétique amélioré.

L'amélioration de cette espèce a été entreprise en 1951 par l'Institut National de la Recherche Agronomique à la Station de Recherches d'Arboriculture Fruitière de la Grande Ferrade sous l'impulsion de J. SOUTY puis de R. BERNHARD, directeurs de la Station.

Les premières introductions de variétés ont été effectuées sur les domaines de la Station à Pont-de-la-Maye près de Bordeaux, puis à partir de 1961, conjointement sur ce premier domaine et celui des Garrigues près de Nîmes.

A priori, la situation géographique de la Station de Bordeaux, soumise au climat océanique peut surprendre ; éloignée du milieu traditionnel de culture de l'Amandier, elle n'est pas favorable à la culture de cette espèce. Pour notre étude au contraire, ce climat présente d'une part l'avantage de permettre de mieux observer les différences de sensibilité des variétés aux maladies cryptogamiques qui se développent plus facilement en climat humide et d'autre part, de favoriser l'étalement des écarts entre les époques de floraison des variétés en raison des hivers doux.

Il est certain que la zone traditionnelle de culture de l'Amandier en France constitue la limite nord de la culture de cette espèce dans le bassin méditerranéen et que la bonne adeptation des sélections étrangères n'était pas assurée.

Le but de notre recherche étant de procurer aux arboriculteurs producteurs d'amandes des variétés possédant des caractéristiques bien précises pour les conditions de milieu déterminé, il importait que nous abordions ce programme sur plusieurs plans :

- Etude dans le milieu qui nous intéresse du comportement des variétés déjà sélectionnées dans les différents pays producteurs.

- Prospection dans les pays où la sélection humaine n'a pas encore été effectuée et de préférence sous les climats susceptibles d'avoir joué un rôle dans la sélection naturelle des caractères recherchés, de variétés locales ou de types issus de semis. En effet, en raison de son origine hybride, de sa pollinisation croisée obligatoire, conséquence de son auto-incompatibilité florale et de sa multiplication très longtemps effectuée par semis, cette espèce est très diversifiée. Nous avons donc voulu entreprendre une étude approfondie du matériel végétal en rassemblant la plus grande variabilité possible.

- Etude enfin des espèces sauvages spontanées appartenant au même sous-genre, afin d'une part d'approfondir nos connaissances sur l'origine et l'évolution de l'espèce cultivée et d'autre part de rechercher des géniteurs éventuels.

Il aurait été possible, au début d'un programme d'amélioration, au lieu d'effectuer un très vaste rassemblement et recensement du matériel végétal existant, de nous limiter à l'étude de quelques cultivars ayant fait leur preuve dans les principaux pays producteurs. Nous verrons dans la suite de notre travail que l'étude de l'abondant matériel introduit nous a permis d'effectuer des observations importantes qui n'auraient pas été possibles sur une collection restreinte.

Cette étude de nombreux types d'amandiers provenant de la plupart des zones de l'ancien monde où cette espèce est cultivée, nous a permis de constater l'existence de populations géographiques ou écotypes, possédant des caractéristiques morphologiques et physiologiques communes.

Ainsi par exemple, la présence de deux fleurs par bourgeon floral observée sur une seule variété, aurait été considérée comme un caractère variétal ; observée sur une quinzaine de variétés originaires de la même région d'Italie, cette caractéristique permet de conclure à la présence d'une population locale.

L'amélioration par hybridation, effectuée à partir des variétés appartenant à ces diverses populations, a rendu possible une meilleure connaissance du mode de transmission des caractères chez cette espèce allogame.

L'observation des hybrides, issus de séries de croisements diallèles, nous a apporté un grand nombre de renseignements sur l'origine et le génotype des parents et nous a permis de déceler la valeur de géniteurs de certains d'entre eux. En effet, chez cette espèce allogame, les phénotypes paraissant les plus remarquables correspondent parfois à des génotypes fort décevants.

Enfin ce travail d'hybridation nous a permis d'obtenir deux nouvelles variétés possédant suffisamment de caractères agronomiques intéressants pour que leur multiplication soit envisagée par les professionnels. C'est ainsi que 25.000 arbres de la variété FERRAGNES ont été plantés dans le Sud-Est depuis trois à quatre ans, que 40.000 greffons de cette variété ont été distribués pour l'année 1971 par le Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (C.T.I.F.L.), et que la demande de greffons pour la campagne 1972 a dépassé 60.000 écussons, représentant environ 30 % du total de l'espèce Amandier.

Si nos travaux ont porté sur les nombreux aspects que comporte l'amélioration d'une espèce, nous nous limiterons dans ce mémoire, après un bref historique de l'évolution de l'espèce Amandier, à décrire dans une première partie les méthodes utilisées pour l'introduction et l'étude des variétés, les caractères étudiés et les conclusions auxquelles ces études nous ont conduits sur l'existence des populations géographiques. Dans la deuxième partie, sous le titre " Amélioration par hybridation ", nous donnerons après une description des méthodes, les résultats des observations effectuées sur la transmission des caractères et une analyse de leur héritabilité. Nous essaierons également de montrer l'existence de quelques corrélations et sur un plan plus pratique, d'énoncer quelques observations utiles aux chercheurs effectuant un travail similaire sur d'autres espèces ligneuses.

Auparavant je tiens à remercier particulièrement Monsieur le Professeur J. SECHET qui a bien voulu m'encourager dans ce travail. Il a montré un grand intérêt à tout ce qui touchait cette espèce et m'a conseillé très efficacement au cours de cette rédaction. Je le remercie particulièrement pour avoir bien voulu accepter la présidence du jury de cette thèse.

Ma reconnaissance va aussi à Messieurs les Professeurs VINDT, Directeur de l'Unité de Biologie et EYME qui ont bien voulu accepter de juger ce travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur J. SOUTY, Chargé de Mission, Coordonnateur des activités "Production Fruitière" de l'I.N.R.A., ancien Directeur de la Station de Recherches d'Arboriculture Fruitière qui m'accueillit voici plus de vingt ans, me confia en 1952 l'étude des variétés d'amandier, et qui a bien voulu accepter de participer au jury.

Comment bien sûr ne pas associer à ces sentiments mon " patron " Monsieur R. BERNHARD, Directeur de la Station. Travaillant sous sa direction depuis 1951, je tiens à lui exprimer toute ma reconnaissance pour ses conseils et l'aide qu'il m'a apportée dans tous les domaines.

Je voudrais aussi associer à ces témoignages la mémoire de mon regretté collègue et ami Marcel THOMAS, sa gentillesse, son inépuisable documentation resteront toujours présentes en mon souvenir.

Je ne voudrais oublier aucun de mes collègues : C. MARENAUD qui par ses études sur les maladies à virus à souvent éclairci les anomalies observées au cours de mon travail; H. GALL qui dirige avec tant d'efficacité le domaine expérimental des Garrigues, il a toujours facilité ma tâche parfois gênante pour la gestion de son domaine. P. LEGLISE et G. OLIVIER qui m'ont bien aidé dans l'observation des parcelles d'hybrides.

Je voudrais aussi associer à ce travail deux ingénieurs iraniens : M. DAMAVANDI et V. GREGORIAN qui après m'avoir aidé en Iran au cours de mes prospections, ont passé quatre années au laboratoire Amandier et en ont partagé les bons et mauvais jours.

Il m'est agréable d'associer à ce mémoire MM. J. COURANJOU, responsable de l'équipe Abricotier et J. CHAPA, compagnons des heures chaudes passées à Manduel;

M. LEGRUX, photographe de la Station, MM. MONET et SALESSES, Mesdames THOMAS et DELBOS et tout le personnel des domaines de la Grande-Ferrade et de Manduel.

Je remercie également M. XUEREFF, expert permanent français en Iran qui facilita grandement mes missions, ainsi que M. le Doyen FOUTOUHI de la Faculté d'Agronomie de Tabriz et M. le Professeur CAMPANI ; qu'ils soient remerciés de toutes les marques de gentillesse que j'ai reçues de la part des étudiants et des paysans iraniens.

Mes pensées vont à mes enfants Agnès, Philippe et Dominique qui m'aidèrent souvent au moment des récoltes de mes hybrides. Ils acceptèrent toujours avec enthousiasme que la route de leurs vacances passe à travers les amandiers malgré les imprévus de nos expéditions.

Enfin mes remerciements affectueux vont à ma femme qui malgré son travail passa de longues soirées à la frappe de ce mémoire.

H I S T O R I Q U E

L'origine des plantes cultivées est un sujet fort débattu où les linguistes et les historiens ont souvent des arguments aussi valables que les botanistes pour soutenir des hypothèses parfois contradictoires. L'histoire de l'Amandier et de son évolution n'échappe pas à la règle générale et c'est avec le concours de nombreux auteurs que nous essaierons, à l'aide de nos observations de définir la genèse de cette espèce.

L'Amandier cultivé est originaire d'Asie centrale ; aucun doute ne peut subsister sur cette origine. Dans toutes les régions montagneuses s'étendant en arc de cercle du Tian-Chan à l'Azerbaidjan à travers les chaînes du Turkestan, de l'Afghanistan, de l'Iran et du nord de l'Irak, de nombreuses formes sauvages végètent dans les éboulis rocheux jusqu'à 2.000 mètres d'altitude.

Quelques rares espèces sont spontanées sur le continent américain dans les régions sèches de l'Arizona, mais il s'agit de formes relativement éloignées de l'espèce cultivée. (fig. 1)

Les auteurs soviétiques tels que VAVILOV (1930), KOVALEV et KOSTINA (1935), qui font autorité en la matière en raison de l'abondance du matériel botanique dont dispose l'Union Soviétique, affirment l'origine centre asiatique de l'Amandier et pensent que les espèces Prunus Fenzliana (1) et Prunus Bucharica sont très certainement ses ancètres (fig. 2).

---

(1) Nous ferons précéder les noms des différentes espèces d'amandier de la lettre P. (Prunus) qui est le nom du genre auquel elles appartiennent, les dénominations du sous-genre (Amygdalus) et de section n'étant généralement pas précisées.

fig.1 Rèpartition dans le monde des différentes espèces d'amandiers

(d'après Kovalev et Kostina)

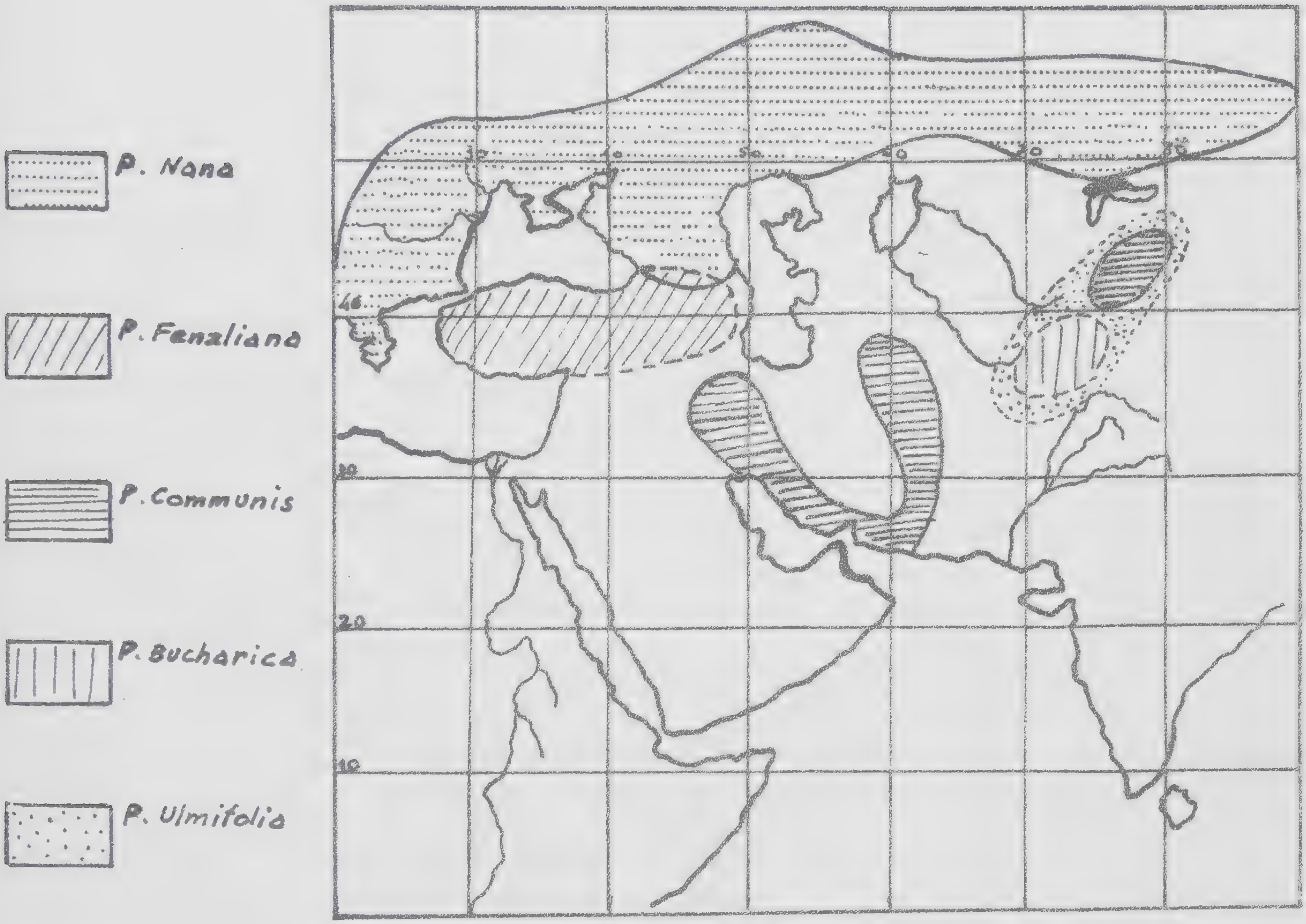


fig.2 - aires de répartitions de diverses espèces d'amandiers.
(d'aprés Kovalev et Kostina)

L'époque de l'apparition de la forme cultivée n'est pas connue ; tout au plus peut-on constater dans certaines formes sauvages spontanées une grande similitude d'aspects avec l'Amandier cultivé. CAPUS (1884) et RICHTER (1964) signalent chez certaines espèces sauvages telles que P. Fenzliana des individus à amandes douces, dès lors, la séparation entre ces espèces et la forme cultivée n'est pas très grande.

L'Amandier appartient à la famille des Rosacées, au genre Prunus, sous-genre Amygdalus ; jusque là tous les botanistes s'accordent. Dès que nous essayons de classer les différentes espèces spontanées d'amandiers, les difficultés surgissent et les désaccords entre botanistes se creusent.

C. SCHNEIDER (1904) cite en premier, dans le genre Prunus, le sous-genre Amygdalus et le subdivise en quatre sections selon le schéma suivant :

Genre Prunus

Sous-genre Amygdalus

Section a - spartioides

Espèces	1 spartioides	Syrie, Arménie, Kurdistan
	2 scoparia	Perse

Section b - euamygdalus

3 leiocarpa	Perse
4 Orientalis	Arménie
5 Haussknechti	Perse
6 communis	
7 Fenzliana	Caucase
8 Persica	Chine
9 Davidiana	Chine
10 triloba	Chine
11 Petzoldi	

Section c - emplectocladus

12 pedonculata	
13 Hookeri	
14 Fremontii	
15 Andersonii	
16 fasciculata	Arizona
17 microphylla	Mexique
18 minutiflora	Texas
19 nana	Transcaucasie, Georgie

Section d - lycioides

20	eburnea	Perse
21	lycioides	Syrie, Kurdistan
22	horrida	Perse
23	spinosissima	Turkestan

Nous admettons difficilement cette classification qui range P. Persica (pêcher), P. Davidiana et P. triloba dans le même sous-genre que P. Fenzliana et omet des espèces importantes comme P. Bucharica et P. argentea. Par contre, P. fasciculata, une des rares espèces du continent américain, classée dans la section emplectocladus devrait se situer dans les Lycioides dont elle est très voisine.

REHDER (1940) cite dans le genre Prunus, après le sous-genre Prunophora, le sous-genre Amygdalus qu'il divise ainsi :

Sous-genre Amygdalus

P. Amygdalus (espèces voisines : P. Fenzliana
P. scoparia
P. spartioides)
P. Persica
P. Davidiana
P. mira
P. tangutica (espèces voisines : P. Mongolica
P. argentea
P. Orientalis
P. fasciculata
P. pedonculata)
P. triloba
P. tenella

Cette classification ne nous parait pas également satisfaisante car nous estimons d'une part, que P. spartioides, P. Fenzliana, P. argentea, P. pedonculata, méritent d'être considérées comme des espèces à part entière, et d'autre part, que toutes ces espèces d'amandiers spontanées devraient logiquement être groupées dans une section séparée de P. Persica, P. Davidiana et P. mira.

P. JUKOVSKI (1951) classe 45 espèces différentes d'amandiers en trois sous-genres principaux :

I - Emplectocladus (SPACH) comprenant les espèces spontanées sur le continent américain.

II - Amygdalopsis (CARR.) espèces spontanées d'Asie.

III - Euamygdalus (SPACH) espèces spontanées d'Asie.

Pour notre part, en accord avec COCIU (1967), nous pensons qu'en modifiant légèrement la classification de SCHNEIDER, nous pourrions classer les différentes espèces selon le schéma suivant :

Sous-genre Amygdalus

Section I - Spartioides (SPACH)

P. spartioides
P. scoparia
P. Arabica
P. agrestis

Toutes ces espèces sont spontanées entre le Turkestan et la Turquie, en particulier dans le Kurdistan dans une zone où la pluviométrie en hiver dépasse 500 mm. Elles donnent des arbrisseaux très courts à rameaux verticaux et à feuilles très rares et petites.

Section II - Lycioides (SPACH)

P. spinosissima
P. Turcomanica
P. nairica
P. Webbii

Ces espèces situées dans les mêmes zones géographiques mais dans des situations plus sèches que les précédentes donnent des arbres très épineux et parfois plus élevés.

P. fasciculata

Originaire du continent américain (Arizona) devrait pouvoir être rattachée au même groupe en raison de sa grande ressemblance avec P. Webbii.

Section III - Euamygdalus

P. argentea
P. ulmifolia
P. Fenzliana
P. Bucharica
P. communis

Toutes ces espèces, spontanées du Turkestan à la Turquie donnent des arbres de trois à cinq mètres de haut (fig.3).

Section IV - Chamaeamygdalus

P. nana
P. Ledebourriana
P. Georgica
P. Petunnikowii

Ces espèces non épineuses forment des arbrisseaux courts de un mètre de haut environ, assez différents de ceux des autres sections. A notre avis, ces espèces pourraient être regroupées en une seule, dans laquelle on rencontre une certaine variabilité, et qui devrait être séparée des autres sections.

De nombreuses autres espèces sont également citées par plusieurs auteurs; nous pensons, pour en avoir vu un certain nombre dans la collection botanique de notre regretté collègue THOMAS à la Station de Recherches Fruitières de la Grande Ferrade, qu'il s'agit souvent de dénominations recouvrant des formes très voisines d'une même espèce.

Les hybridations naturelles, fréquentes entre les espèces de chaque section et parfois même entre celles de sections différentes augmentent encore les difficultés des botanistes.

Parmi les 18 espèces que nous citons, seule l'espèce P. communis retiendra notre attention ; il n'était cependant pas inutile de préciser sa position dans la classification botanique.

L'apparition de l'Amandier cultivé au Moyen Orient et sur les rives de la Méditerranée ne peut être suivie qu'avec le secours des linguistes et des historiens.

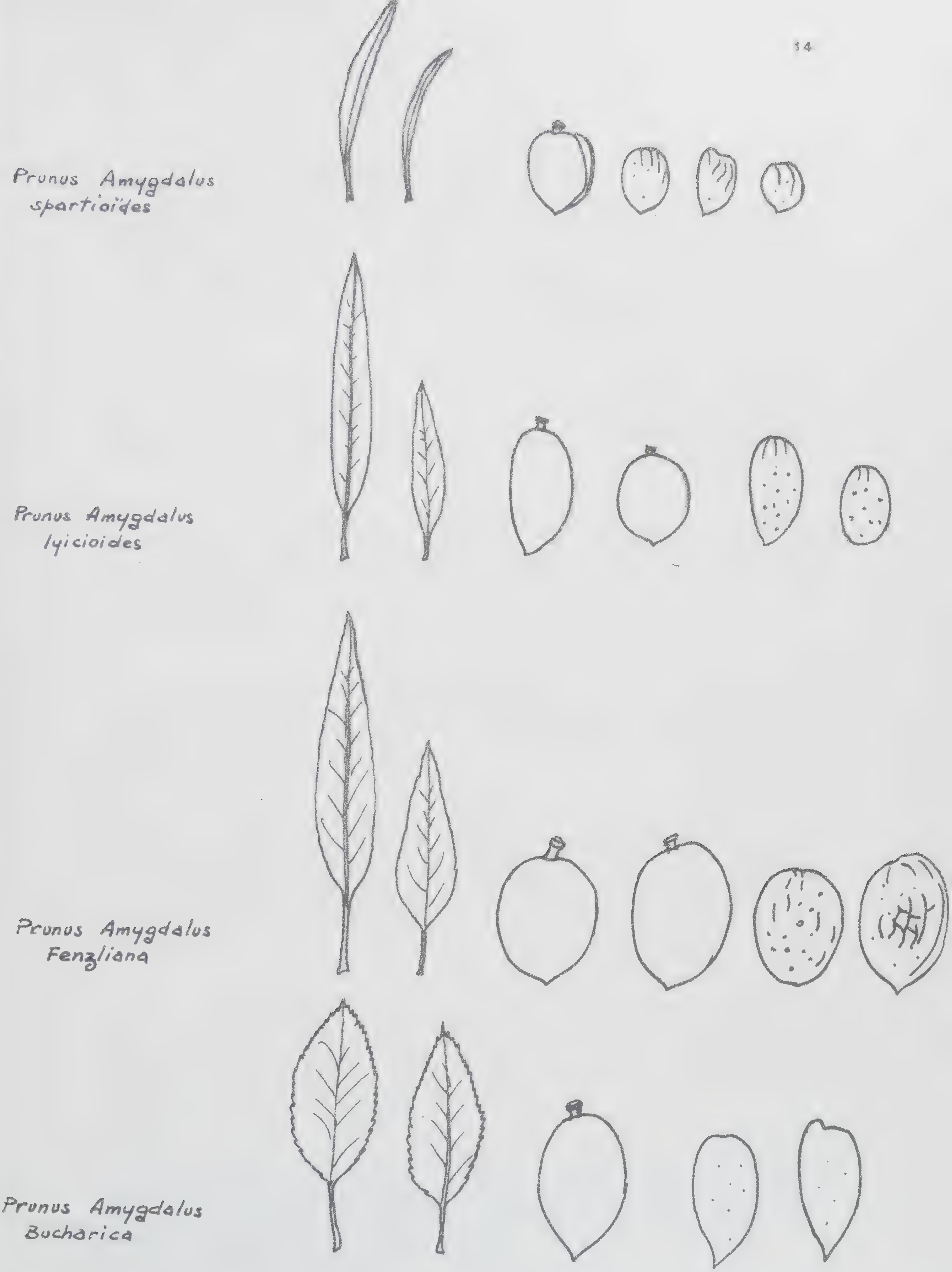


fig.3 Feuilles ,fruits et graines de quelques amygdalus.

Nous savons par la bible (De CANDOLLE 1883) que l'Amandier était connu des Hébreux qui le dénommaient Saqed ou Shaked et Luz ou Lüs. Ce dernier nom est passé dans les langues sémitiques sous la forme de Luz, Louz ou Louza et c'est ainsi qu'il est désigné de nos jours dans les pays de langue arabe et, nous l'avons constaté par les Assyro-Chaldéens (1). De nombreuses variétés locales d'Afrique du Nord contiennent le radical Louz dans leur dénomination : ainsi la variété Boualouzen.

Sur la rive nord du bassin méditerranéen, la pénétration de l'Amandier en Italie par la Grèce est confirmée par le fait que les latins de l'époque de Caton conservèrent la dénomination de " Nux graeca " ou d'Amygdalé.

L'origine Nord Africaine (pays du Magreb) avancée autrefois par COSSON (1881) n'a plus l'audience des biogéographes contemporains. Les formes sauvages d'Afrique du Nord signalées par QUEZEL sont probablement subspontanées et échappées de cultures anciennes.

En Iran, l'Amandier est désigné sous le nom de Badam, nom d'origine Turque utilisé également en Turkménie, Turkestan, Afghanistan et même en Bulgarie et Yougoslavie après plusieurs siècles d'occupation ottomane.

Vers l'Est, on ne connait pas dans l'antiquité de nom sanscrit à l'Amandier ; les botanistes indiens trouvaient parait-il chez eux cet arbre peu prospère (probablement en raison de l'humidité du climat). Japonais et Chinois décrivaient l'Amandier comme un arbre " des pays mahometans, perses et indoustans ".

Chez les auteurs agronomes latins, c'est COLUMELLE qui donne le premier quelques conseils sur la plantation de l'Amandier : " il veut une terre dure, chaude et sèche puisqu'il pourrit si on le met en d'autres qualités " ... et sa recommandation est toujours valable.

En France, depuis l'époque romaine et pendant le Moyen Age, l'Amandier ne fait pas beaucoup parler de lui, si ce ne sont les innombrables recettes médicinales dont ses fruits et l'huile qu'on en retire font l'objet.

---

(1) population sémitique vivant en Iran et en Irak et parlant actuellement une langue dérivée de l'araméen.

Il faut attendre OLIVIER de SERRES (1529) pour entendre les premiers conseils sur la culture de cet arbre ; mais même beaucoup plus tard, à l'époque où les autres fruits connaîtront la faveur des multiples sociétés d'horticulture locale, où les variétés de pommiers, poiriers, pêchers seront présentées à tous les comices agricoles, l'Amandier est absent des rubriques horticoles et reste le parent pauvre.

Tout au plus, pendant le siècle dernier, retrouve-t-on quelques traces de classification commerciale des amandes ; ces classifications ne correspondent du reste à aucun caractère botanique ou variétal si ce n'est uniquement à l'épaisseur de la coque. Nous avons ainsi les " princesses " à coque très tendre, les amandes " des dames ", les " demi-fines " et les " races " ou " molière " à coque très dure. Il en est de même dans les pays latins voisins où nous retrouvons des dénominations très proches.

AMELIORATION VARIETALE

EVREINOFF (1952) rappelle que l'on trouve des cultures d'Amandier sous des climats aussi divers que Tiflis en Caucasie avec une température moyenne annuelle de 12,7° C et une pluviométrie de 489 mm et Sotchi sur les bords de la mer Noire où il tombe 2.356 mm d'eau. Confirmant les observations de VAVILOV (1929) qui a signalé des cultures en Afghanistan à 1.600 mètres d'altitude, nous avons observé de très nombreux vergers d'amandiers en Azerbaidjan Iranien, GRASSELLY (1965), à plus de 1.500 mètres d'altitude où les froids d'hiver atteignent souvent - 30° C avec une pluviométrie annuelle de 250 mm (1).

Par contre, on trouve également des amandiers sur de nombreuses parties du littoral sud méditerranéen dans des zones climatiques où il ne gèle pas. Toutes ces observations montrent bien la très grande diversité physiologique de cette espèce qui a su s'adapter à des conditions de milieu aussi diverses.

C'est vers les années 1850 que nous verrons apparaître en Californie, en Espagne, en Italie et en Provence, les traces d'une sélection variétale qui s'esquisse parmi les vieilles plantations. Il semble que c'est surtout à partir de cette époque que le greffage de l'Amandier devient une pratique courante. Dans

---

(1) Pendant l'hiver 1965 - 1966, la température est restée négative pendant 90 jours consécutifs et des températures de - 32° ont été observées. Nous en avons profité pour repérer des arbres qui paraissaient avoir beaucoup mieux supporté ces conditions que d'autres.

les Balkans et au Moyen Orient il faudra attendre un siècle de plus pour assister au même processus évolutif.

En Californie, c'est également vers 1850 que nous assistons aux premières sélections effectuées parmi les semis de variétés européennes, introduites pour la plupart du sud de l'Espagne, et qui avaient constitué la base des premières plantations californiennes.

Il faut remarquer qu'il parait certain que les variétés italiennes, grecques, d'Afrique du Nord ou de Sicile, furent très peu introduites aux Etats-Unis à cette époque. Si nous examinons la liste des 146 variétés décrites et citées par M. WOOD (1924), nous constatons que 97 d'entre elles ont été obtenues par semis en Californie ou en Australie à partir des premières variétés introduites. Ces premières variétés se répartissent de la manière suivante : 27 proviennent du sud de l'Espagne (Grenade, Alicante, de type Jordan pour la plupart), 5 sont originaires des Baléares, 6 de France, 2 d'Italie, 2 du Nord de l'Espagne, 1 du sud du Portugal et de la Grèce. Nous constatons à la lecture de cet important travail que l'identification de plusieurs de ces variétés était erronée ; ainsi MARCONA dont la description ne correspond pas au type et DESMAYO décrite comme amande amère.

C'est après avoir planté de grands vergers monovariétaux que les californiens se rendirent compte de l'autostérilité de l'Amandier. TUFTS et PHILP (1922) après avoir observé la floraison de 22 variétés et après avoir réalisé un grand nombre d'hybridations intervariétales, concluent à l'autostérilité générale et recherchent les combinaisons variétales les plus favorables pour les plantations en verger.

LUTRI (1935), S. ROQUETA (1941), de ALMEIDA (1945), MORT (1949) et GAGNARD (1954) confirment sur d'autres variétés en Italie, en Espagne, au Portugal, en Australie et en Algérie cette autoincompatibilité.

Les premiers rapports concernant la transmission des caractères chez l'Amandier sont de HEPPNER et MYER (1923) et HEPPNER (1926) qui après avoir constaté dans des croisements issus de variétés à amandes douces un certain nombre d'individus à fruits amers, admettent que le caractère doux est dominant et le caractère amer recessif. Ce dernier caractère peut ainsi apparai-

tre dans la descendance de variétés hétérozygotes. MAC CARTHY, LESLEY et FROST (1952) étudiant l'amertume des hybrides F 1 entre amandes douces et pêchers (à amandes amères) constatent que les teneurs en benzaldéhyde des hybrides sont en général intermédiaires entre celles des parents, avec une certaine dominance du caractère doux. Ces auteurs estiment que ce caractère est sous la dépendance de plusieurs gènes.

Pour notre part, GRASSELLY (1971), nous avons constaté dans la descendance hybride de quelques variétés comme TEXAS des proportions d'individus à amandes amères voisines de 15 %, alors que dans la descendance d'autres variétés, cette proportion était nulle (ARDECHOISE - AI - CRISTOMORTO).

DEL GAUDIO (1958) constate en Italie chez les hybrides réalisés entre différentes variétés des Pouilles (1) une proportion de fruits à amandes doubles variable selon les descendances de 13 % dans le croisement MOLLESE x FILIPPO CEO à 59 % chez les hybrides de CAPUTO x MOLLESE.

En Union Soviétique, RICHTER (1964, 1969) après avoir rassemblé à Yalta en Crimée une importante collection d'espèces et de variétés, entreprend un programme d'hybridations ayant surtout pour but l'obtention de variétés résistantes au froid hivernal et à longue durée de repos végétatif en utilisant comme géniteur des espèces sauvages spontanées. Cependant, après trente années d'étude et après avoir observé des hybrides de 2 et 3 générations après " back cross ", il reconnait que la qualité du fruit de ces hybrides laisse encore à désirer.

En Californie, D. KESTER à l'Université de Davis et R. JONES de l'United States Department of Agriculture (U.S.D.A.) entreprennent à partir de 1955 un important travail d'hybridations avec deux objectifs particuliers : l'obtention de variétés à petits fruits pour l'industrie et l'étude de la transmission du " bud failure ", accident d'origine mal connue se transmettant par le semis et le greffage. KESTER (1965), après avoir observé la transmission de la tardivité de floraison dans plusieurs séries d'hybrides, conclut que ce caractère est d'ordre polygénique.

---

(1) Région du sud-est de l'Italie en bordure de l'Adriatique, s'étendant de Barletta au nord de Bari à Brindisi et comprenant une plaine cotière et une bande de collines s'élevant à 2 ou 300 mètres.

GRASSELLY et GALL (1967) observant trois séries d'hybrides, constatent que les caractères de tardivité de floraison, d'époque de maturité, de proportion de fruits à graines doubles, de dûreté de coque et de forme de fruits se répartissent généralement dans les familles hybrides selon une distribution normale. Ils observent cependant une certaine dominance avec certains géniteurs pour quelques caractères.

C'est donc à l'étude de cette espèce Amandier, parente pauvre du Pêcher, du Prunier et de l'Abricotier, puisque comme eux membre du genre Prunus, que nous allons, après l'avoir observée et hybridée, apporter notre contribution.

P R E M I E R E   P A R T I E

LES VARIETES D'AMANDIER DANS LE MONDE

CHAPITRE I

REALISATIONS DES COLLECTIONS VARIETALES
METHODES D'INTRODUCTION

L'observation dans un même milieu des variétés existantes est la première étude à entreprendre avant tout travail d'amélioration. Ceci est valable pour toutes les espèces et c'est pour cette raison qu'à partir de 1951, nous avons commencé à rassembler en collection la plupart des variétés cultivées dans les pays producteurs.

Nous avons vu que les niveaux techniques des différents pays où l'espèce Amandier est cultivée, étaient très divers. Nous pouvons classer ces pays en trois groupes, correspondants aux niveaux d'évolution de cette culture. A chacun de ces groupes, nous avons adapté une technique d'introduction différente du matériel :

- Premier groupe : les pays très évolués, Etats-Unis, Australie, régions du globe où l'Amandier n'est pas spontané. Dans ces pays, les variétés cultivées sont peu nombreuses puisqu'une seule variété NONPAREIL représente à elle seule plus de 60 % des plantations californiennes.

- Deuxième groupe : les pays en cours d'évolution comme l'Italie où le nombre des variétés est très important, aussi bien dans la région des Pouilles qu'en Sicile. Dans ces régions, chaque village et parfois chaque propriétaire possède ses variétés. L'Espagne, le Portugal et la France pouvaient être rattachés à ce groupe jusqu'à ces dernières années.

- Troisième groupe : l'Iran, la Turquie, l'Afghanistan, les iles Grecques, la Crête, les Baléares que l'on peut considérer du point de vue de la sélection variétale comme les moins évolués, et où les variétés sont aussi nombreuses que les arbres

en raison de la méthode de multiplication. Dans ces pays en effet, la reproduction des arbres est effectuée par semis et en raison de l'allogamie générale de l'espèce chaque semis constitue une variété nouvelle.

La réalisation d'une collection d'étude posait d'abord un problème difficile : comment en effet introduire un grand nombre de variétés afin d'avoir la plus grande diversité génétique possible, sans toutefois atteindre un nombre trop élevé d'introductions dont l'observation poserait des problèmes matériels importants.

L'introduction des variétés des pays du premier groupe s'est effectuée par expédition de greffons et par greffage sur un porte-greffe homogène (semis de pêcher ou d'amandier). Les chercheurs des différents pays se prêtent volontiers à cet échange de matériel.

Le rassemblement des variétés provenant de régions où cette espèce n'a pas fait l'objet de sélection était plus difficile. On trouve actuellement dans ces pays des chercheurs qui entreprennent des programmes d'amélioration, mais d'une part leurs objectifs de sélections peuvent être assez différents des nôtres, d'autre part, les moyens matériels de ces chercheurs sont parfois si faibles que toute sélection reste à effectuer. Le meilleur moyen de connaître ce matériel végétal et de l'introduire en collection restait donc la prospection.

Nous avons donc, pour notre part, effectué différentes missions de prospection dans plusieurs régions de culture de l'Amandier où l'amélioration variétale était en cours ou inexistante : quatre missions en Iran, une en Italie, une au Portugal, une en Tunisie et une dernière en Irak, sans compter les prospections réalisées en France dans les départements où l'Amandier était autrefois cultivé.

Au cours de ces prospections, le choix des variétés, ou des arbres dans le cas où ceux-ci ont été multipliés par semis et non greffés, s'effectue selon des critères agronomiques comme les caractères du fruit, la productivité ou des caractéristiques physiologiques comme l'époque de floraison ou une résistance au froid ou aux maladies.

Ces caractéristiques sont souvent observées après des conditions climatiques défavorables qui permettent l'extériorisation d'une résistance. C'est ainsi que la présence abondante de fruits sur certains arbres, après une période de froid, ou la survivance d'arbres apparemment sains dans des régions à climat défavorable nous ont permis de repérer certains phénotypes intéressants. Les greffons sont prélevés et expédiés pour greffage en pépinières.

Au cours de nos prospections effectuées en Iran, de 1963 à 1967, nous avons utilisé une méthode de repérage d'arbres, consistant à peindre sur le tronc un numéro d'introduction et à photographier ensuite l'arbre numéroté et son propriétaire, cette photo servant les années suivantes à retrouver facilement l'arbre repéré.

A vrai dire toutes les introductions variétales n'ont pas précédé l'étude en collection comme cela eut été logique, puisqu'elles se sont étalées sur de nombreuses années et que les études s'effectuent progressivement au fur et à mesure des introductions.

En réalité, nous avons profité pour les prospections effectuées à partir de 1963, des connaissances acquises au cours de l'observation des premières collections et les critères de choix que nous avons utilisés avaient été élaborés au cours de ces études.

Chaque greffon introduit en collection reçoit un numéro qui reste attaché à la variété durant toute son étude et correspond à un registre d'inscription. Cette numérotation est indispensable pour plusieurs raisons :

- Elle permet de différencier des souches issues de mutations qui peuvent continuer à être cultivées sous un même nom d'origine.

- Elle évite les erreurs de dénomination car une même variété peut être très souvent cultivée sous des noms différents et inversement une même dénomination recouvrir des variétés différentes.

- La numérotation évite de confondre des souches d'une même variété d'état sanitaire différent.

- Enfin dans le cas de variétés population c'est-à-dire des groupes de variétés très voisines, issues de parents communs, les numéros permettent de différencier des individus très voisins.

Après leur greffage sur un porte-greffe homogène, les variétés sont plantées et rassemblées en verger de collection à raison de deux à quatre arbres par souche, dans un même milieu.

En général, pour que les études comparatives effectuées présentent une certaine valeur, il est nécessaire de planter ensemble un nombre de variétés suffisant, de l'ordre de trente à quarante au minimum. Quand cela est possible, toutes les variétés à comparer sont plantées dans la même parcelle d'étude la même année. Cette méthode oblige cependant à conserver en attente, sur des porte-greffes provisoires, le matériel introduit pendant une ou plusieurs années jusqu'à ce que, par un second greffage, la totalité des variétés soit à nouveau rassemblée.

Cette technique présente l'inconvénient de retarder l'observation des variétés introduites les premières. Aussi, dans la pratique et pour gagner du temps, plantons-nous chaque année en collection les variétés introduites au cours de l'année précédente, malgré l'inconvénient que cette méthode représente. Dans ce cas, des variétés témoins sont placées en comparaison dans ces tranches de collection.

CHAPITRE II

ETUDE DES VARIETES

Nous avons introduit et planté pour observation de 1951 à 1970, cinq cents souches variétales dont deux cents ont été étudiées parfaitement et trois cents autres sont en cours d'étude.

La répartition de ces souches par pays d'origine est la suivante :

France	70
Italie	78
Afrique du Nord	48
Espagne	41
Iran	108
Etats-Unis	25
Roumanie	12
Portugal	14
Grèce	6
divers	50

Ces différentes souches ne constituent pas toujours des variétés différentes ; de nombreuses erreurs de dénomination sont decelées au cours des études en collection. C'est ainsi qu'une même variété a été introduite sous les huit noms différents suivants : MARCONA, PASCUALA, DEJEANNE, DE LA P. GRUESA, CARRUXTA, RUFINA, MONSTRUOSO, BARTRE.

De même la variété NEC PLUS ULTRA a été introduite à plusieurs reprises sous la dénomination de NON PAREIL en provenance de Tunisie et d'Algérie, de MAJORITES en provenance du Maroc et sous le nom de DOURBECHE en provenance de la région de Meched en Iran.

La variété TEXAS pourtant bien caractéristique a été

retrouvée sous le nom marocain de BOUALOUZEN n° 8 et le nom grec de XYLOKASTRON. Les exemples pourraient être ainsi multipliés.

Les vergers de collections variétales ne sont pas conservés indéfiniment ; ces collections passent par deux stades :

- le premier est celui du verger d'observation, où les clones introduits sont étudiés pendant cinq à six années consécutives, ce qui représente avec la jeune période improductive une durée d'environ neuf à dix ans.

- le second stade est le verger de collection conservatrice où seules sont conservées les variétés identifiées après élimination des synonymes et des souches de qualité inférieure. C'est ainsi que sur les 180 clones implantés dans la première collection, 85 d'entre eux seulement ont été conservés.

A - CARACTERES MORPHOLOGIQUES

Tous les caractères morphologiques des variétés ne sont pas systématiquement étudiés, cependant les éléments suivants sont observés : le bouton floral, la fleur, la feuille et le fruit. Il est impossible de faire figurer tous les résultats des mesures effectuées, aussi ne donnerons nous, pour chaque élément étudié, que quelques exemples choisis parmi les variétés soit les plus typiques soit les plus connues dans les régions de production.

1 - Les boutons floraux

Les boutons floraux sont observés dans la mesure où ils constituent des éléments de distinction entre les variétés. En effet, chez cette espèce très polymorphe qu'est l'Amandier, la couleur des sépales qui entourent le bouton peut varier du vert au rouge foncé. La forme et la pilosité des boutons sont également très variables.

Peu avant l'ouverture de la fleur, les pétales enroulés qui constituent le sommet du bouton peuvent varier du blanc pur au rouge carmin. A ce stade, la coloration des pétales est toujours plus foncée que lorsque les fleurs sont épanouies. Chez les variétés suivantes, dont un certain nombre sont utilisées comme géniteurs dans nos hybridations, les boutons ont les caractères distinctifs de couleur et de pilosité décrits dans le tableau de la page 27.

Tableau I - DESCRIPTION DES BOUTONS FLORAUX DE QUELQUES VARIETES D'AMANDIER

Variétés	couleur des sépales	pilosité	couleur de la pointe du bouton	forme du sommet du bouton
AI	vert brun rouge	nulle	rose pâle	pointue
ARDECHOISE	vert brun rouge	moyenne	blanc	intermédiaire
BARTRE	vert brun rouge	abondante	légèrement rosé	arrondie
BONIFACIO n° 1	vert brun	moyenne	blanc	intermédiaire
CRISTOMORTO	vert	abondante	blanc	arrondie
DESMAYO	vert rouge	nulle	rose pâle	très pointue
DOREE	brun rouge	moyenne	légèrement rosé	arrondie
FLOTS	vert rouge	moyenne	rose	intermédiaire
FLOUR EN BAS	brun rouge	moyenne	légèrement rosé	arrondie
I.X.L.	brun rouge	nulle	légèrement rosé	intermédiaire
LANGUEDOC	vert brun	nulle	légèrement rosé	
MARCONA	rouge vif	nulle	rose	pointue
NEC PLUS ULTRA	rouge foncé	nulle	rose pâle	pointue
NONPAREIL	vert rouge	moyenne	blanc rosé	intermédiaire
PEERLESS	vert rouge	moyenne	rose pâle	
POINTUE D'AUREILLE	rouge foncé	nulle	rose tâché de carmin	pointue
PRINCESSE 103	vert brun rouge	nulle	blanc	pointue
SULTANE	vert rouge	moyenne	rouge violacé	pointue
TEXAS	brun rouge	moyenne	rose pâle	intermédiaire
TUONO	vert rouge	abondante	blanc	arrondie

Le nombre de fleurs par bouton floral constitue également un caractère intéressant pour la détermination des groupes variétaux. Généralement, chez les espèces du sous-genre amygdalus : Prunus Persica, Prunus Davidiana, Prunus Kansuensis et de très nombreuses espèces d'amandier, les boutons floraux ne contiennent qu'une fleur, ou rarement deux. Nous avons constaté chez un certain nombre de variétés, originaires d'une même région, la présence de deux fleurs par bouton dans une très forte proportion. Ce caractère sera examiné quand nous étudierons les populations géographiques.

2 - Les fleurs

Afin d'étudier les caractéristiques des fleurs des différentes variétés d'amandier, des descriptions de la couleur, de la forme et des dimensions des différents organes floraux sont effectuées.

La dimension des pétales est mesurée sur vingt pétales prélevés chacun sur une fleur différente et collés sur bristol sous ruban adhésif transparent. Ils seconservent ainsi facilement et leurs mesures sont aisément effectuées. La variété MARCONA possède des fleurs dont les pétales sont très étroits, ne dépassant pas dix millimètres alors que ceux de la variété BARTRE qui constitue l'extrême de la variabilité dépassent dix huit millimètres.

Le pistil peut se présenter de différentes manières : droit ou coudé; son sommet peut se situer à la même hauteur que les anthères ou bien être inférieur ou supérieur à leur niveau.

Le nombre des étamines qui se situe généralement chez la plupart des variétés aux environs de trente par fleur peut varier de vingt comme chez CRISTOMORTO à quarante et plus comme chez la variété BARTRE.

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les descriptions de fleurs d'un certain nombre de variétés.

Tableau II - DESCRIPTION DES FLEURS DE QUELQUES VARIETES D'AMANDIER

Variétés	couleur des pétales	hauteur et largeur d'un pétale	longueur du pistil par rapport aux étamines, forme		nombre d'étamines
AI	très léger. rosé	23 - 13	plus long	coudé	32
ARDECHOISE	blanc	14 - 13	égal	droit	30
BARTRE	blanc	21 - 18	plus long	coudé	41
BONIFACIO n° 1	blanc	21 - 18	égal	coudé	32
CRISTOMORTO	blanc	15 - 13	plus long	droit	20
DESMAYO	très léger. rosé	17 - 9	plus long	coudé	30
DOREE	blanc	16 - 10	égal		30
FLOTS	rose pâle				32
FLOUR EN BAS	blanc	21 - 19	plus court		32
I.X.L.	blanc	17 - 12	égal		30
LANGUEDOC	blanc	17 - 14	plus court		30
MARCONA	rose	16 - 7	plus long	coudé	29
NEC PLUS ULTRA	très léger. rosé	19 - 15	égal		31
NONPAREIL	blanc	18 - 13	égal	droit	
PEERLESS	très léger. rosé				
POINTUE D'AUREILLE	très léger. rosé	14 - 12	égal		
PRINCESSE 103	blanc	16 - 14	égal	droit	30
SULTANE	rose pâle	19 - 12	égal	coudé	31
TEXAS	très léger. rosé	19 - 17	plus long	coudé	38
TUONO	blanc	15 - 9	plus long		32

3 - Les feuilles

L'étude des dimensions de la feuille : longueur, largeur du limbe et longueur du pétiole permet d'obtenir des caractéristiques distinctives intéressantes pour l'identification des variétés. Le prélèvement de l'échantillon de vingt feuilles par variété est effectué généralement sur des arbres âgés de quatre ans ou plus et sur des rameaux obliques de longueur moyenne, à un niveau déterminé et dans des conditions comparables pour toutes les variétés.

Le tableau suivant donne une idée de la variabilité des dimensions du feuillage existant au sein de l'espèce Amandier cultivé.

Tableau III - DIMENSIONS DES FEUILLES DE QUELQUES VARIETES D'AMANDIER (en mm)

Variétés	Longueur	Largeur	Pétiole
AI	75	20	15
ARDECHOISE	92	28	20
BARTRE	120	36	29
CRISTOMORTO	85	30	22
DESMAYO	80	22	21
I.X.L.	98	27	21
LANGUEDOC	78	22	18
MARCONA	85	23	18
NEC PLUS ULTRA	97	25	22
NONPAREIL	100	29	21
PEERLESS	110	32	15
PRINCESSE 103	92	25	18
SULTANE	105	22	25
TEXAS	98	35	24

4 - Le fruit

C'est évidemment l'élément essentiel de notre étude ; l'observation pomologique, c'est-à-dire la description du fruit s'effectue à la fois sur le fruit lui-même : endocarpe entouré du mésocarpe, sur l'endocarpe seul, et plus tard sur la graine. Cette étude est effectuée comme sur les autres espèces fruitières du genre Prunus, par mesure des trois dimensions :

Hauteur (H) du point pistilaire à l'attache du pédoncule
Epaisseur (E) mesurée perpendiculairement à la suture
Largeur (L) mesurée perpendiculairement à l'épaisseur.

La dimension des fruits est très variable selon les variétés ; dans des conditions identiques de culture, nous rencontrons des variétés dont les fruits (mésocarpe) dépassent 8 centimètres de hauteur et d'autres dont les fruits ne mesurent pas plus de 2 centimètres. Le tableau ci-dessous donne du reste une idée de la variabilité observée sur les dimensions des fruits secs (endocarpe).

Tableau IV - DIMENSIONS MOYENNES DE L'ENDOCARPE (H.E.L.) DE QUELQUES VARIETES D'AMANDIER (en mm)

Variétés	Hauteur	Epaisseur	Largeur
AI	36	16	27
ARDECHOISE	46	16	23
BARTRE	56	25	35
CRISTOMORTO	41	19	27
DESMAYO	43	16	27
DOREE	35	19	25
FLOUR EN BAS	36	19	29
I.X.L.	38	21	25
LANGUEDOC	30	13	19
MARCONA	36	20	28
NEC PLUS ULTRA	44	17	21
NONPAREIL	35	12	19
PRINCESSE 103	33	16	21
POINTUE D'AUREILLE	33	16	21
TEXAS	32	18	20
TUONO	38	22	25
Type iranien	16	16	18

On constate qu'entre les fruits très petits du type local iranien ou même de LANGUEDOC et ceux de BARTRE il existe chez l'espèce Amandier une grande variation des dimensions des fruits.

Communément, le fruit entier de l'Amandier est appelé amande verte, il est ainsi commercialisé à l'état frais dans les pays méridionaux ; le choix des consommateurs va généralement aux fruits de grandes dimensions et à coque tendre comme NEC PLUS ULTRA et ARDECHOISE.

Dans les pays du Moyen Orient, les fruits verts de l'Amandier sont commercialisés très jeunes, alors qu'ils mesurent à peine deux centimètres.

Après écalage, l'endocarpe sec est appelé amande ; c'est sous cette forme que dans la plupart des pays producteurs les fruits de l'Amandier sont commercialisés. Après cassage, la graine, entourée de ses téguments est dénommée amandon (fig. 4). Dans les pays industriels, comme en Californie ou en Australie, 95 % de la production d'amandes sont commercialisés sous forme d'amandons. Dans les pays méditerranéens, les échanges entre pays s'effectuent également le plus souvent sous la même forme.

Après la récolte, les fruits provenant des arbres en collection sont décrits et mesurés ; un échantillon de chaque variété est ensuite cassé pour évaluation du rendement au cassage. Ce rendement évalué en pourcentage du poids des amandons par rapport au poids total avant cassage, peut varier de 15 à 65 % comme le montrent les exemples suivants :

BARTRE	15 %	TUONO	40 %
FLOUR EN BAS	19 %	TEXAS	45 %
MARCONA	26 %	POINTUE D'AUREILLE	46 %
DESMAYO	28 %	PRINCESSE 103	47 %
CRISTOMORTO	28 %	NEC PLUS ULTRA	50 %
DOREE	37 %	ARDECHOISE	60 %
FERRAGNES	39 %	LANGUEDOC	62 %
AI	40 %	NONPAREIL	65 %

Généralement, dans les vieux pays producteurs du bassin méditerranéen, seuls les fruits des variétés à coque tendre sont commercialisés non cassés.

Parmi nos objectifs de sélection variétale, le caractè-

fig. 4 Caractéristiques du fruit de l'Amandier.

re de dureté de la coque ne nous a pas paru présenter une très grande importance pour deux raisons :

- le rendement à l'hectare en amandons (graines) n'est pas lié au rendement au cassage. Une variété à coque très tendre et au rendement au cassage élevé peut produire moins d'amandons à l'hectare qu'une variété à coque dure au rendement au cassage faible ; la réciproque est également possible.

- les variétés à coque très tendre présentent un avantage important qui est une grande facilité de triage des amandons après cassage. Les brisures de coque sont séparées par simple ventilation. Elles ont par contre l'inconvénient d'exiger un équipement important pour l'écalage. En effet, il faut un appareillage complexe pour séparer le mésocarpe de l'endocarpe sans briser celui-ci. La conservation des fruits à coque très tendre est également délicate, ceux-ci pouvant rancir beaucoup plus rapidement que les fruits à coque dure et être attaqués par des insectes tels que les teignes.

Les variétés à coque dure présentent au contraire pour l'arboriculteur une grande facilité d'écalage; par contre, la séparation après cassage des brisures de coque des amandons nécessite un appareillage assez complexe.

Pour ces raisons, les caractères de fertilité, de résistance aux maladies, de floraison tardive et de résistance au froid se traduisant en définitive par des rendements à l'hectare élevés en amandons, nous ont paru plus importants que les caractères de l'endocarpe.

Si nous écartons les variétés à endocarpe très dur et très épais, correspondant à des rendements au cassage de 16 à 20 %, nous pensons que les arboriculteurs doivent disposer d'une gamme de variétés allant des rendements au cassage de 35 à 40 % jusqu'à 60 %. Leur choix s'effectuera en fonction des surfaces consacrées à cette culture et de l'équipement disponible.

Dans nos collections, les amandons sont observés et une description de leur forme est effectuée. Les différentes industries utilisant des amandons réclament en effet des formes différentes selon les produits qu'elles fabriquent. Les amandons réclamés par la fabrication des dragées doivent être larges et plats comme ceux de PIZZUTA D'AVOLA, FLOTS et FERRAGNES ; ceux servant à la fabrication des amandes effilées (fines lamelles utilisées

pour la patisserie) doivent être épais comme les amandons de MARCONA ; la chocolaterie exige au contraire qu'ils soient petits et globuleux comme ceux de NONPAREIL. (fig. 5)

Les téguments enveloppant les graines doivent être lisses et non ridés. L'industrie demande de plus en plus des amandons blanchis et mondés c'est-à-dire pelés après avoir été ébouillantés. La perte en poids occasionnée par le mondage varie en fonction de l'épaisseur des téguments ; en conséquence les industriels préfèrent les variétés à pellicule fine comme NONPAREIL à celles donnant des amandons à téguments très épais.

Le pourcentage de graines doubles à l'intérieur des endocarpes est une caractéristique assez constante que l'on observe chaque année chez les mêmes variétés. Quand ce pourcentage est important il déprécie considérablement la valeur des lots d'amandons en fonction de la forme irrégulière des graines. Nous avons cependant constaté que le pourcentage des graines doubles était toujours plus important sous le climat de Bordeaux que dans la région de Nîmes. Cette constatation a été confirmée par celle de RICHTER (1969) qui a constaté que la proportion de graines doubles était toujours plus importante après un printemps froid.

Certaines variétés ne présentent jamais d'amandons doubles, c'est le cas de AI, DESMAYO, MARCONA ; les variétés californiennes en présentent des pourcentages variant de 5 à 15 % ; de nombreuses variétés italiennes comme CRISTOMORTO, TUONO en présentent des pourcentages élevés variant de 25 à 30 %.

Toutes les observations effectuées sur les échantillons des variétés en collection sont pratiquement les mêmes que nous réalisons sur les hybrides et dont nous parlerons dans la seconde partie.

5 - Type de ramification et localisation préférentielle des boutons floraux

Comme chez toutes les espèces du genre Prunus, les bourgeons floraux chez l'Amandier se forment sur les rameaux de l'année à partir de juillet à l'aisselle des feuilles. D'autre part, un rameau d'amandier dans des conditions de croissance déterminées émet un certain nombre de rameaux secondaires ou anticipés. Comme chez toutes les espèces ligneuses, le nombre de ces rameaux anticipés varie selon la rapidité de la croissance et la longueur totale de l'allongement. Plus la croissance est grande et plus le

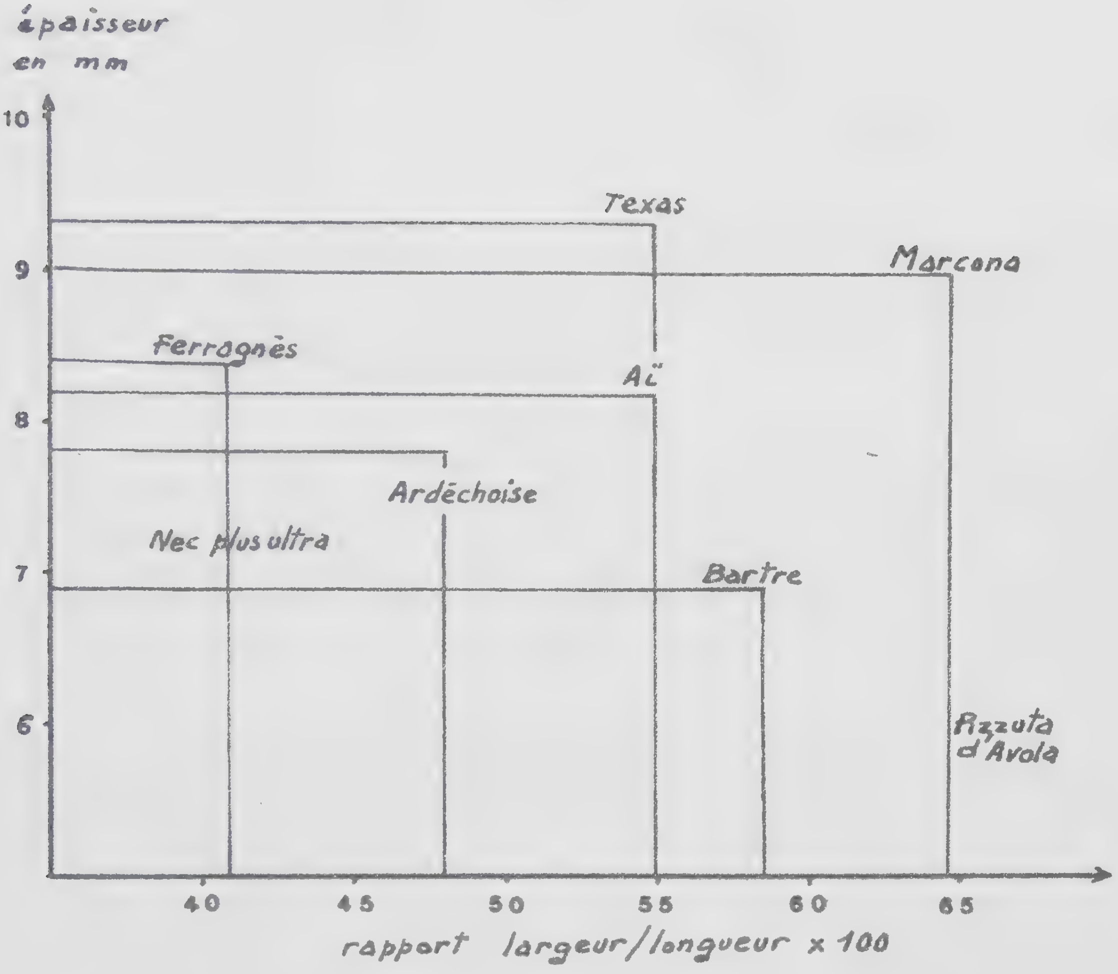


fig.5 Rapport des dimensions des amandons de quelques variétés d'amandes.

nombre de rameaux anticipés est important.

Pour des variétés végétant dans des mêmes conditions de milieu, nous constatons que le nombre de ces rameaux secondaires peut varier dans de très grandes proportions. Ainsi pour des rameaux principaux d'une même longueur (0 m 80) on constate que le nombre de rameaux secondaires peut varier de 0 (BARTRE) à 20 (AI).

Chez certaines variétés, tous les bourgeons du rameau principal donnent dans l'année même des rameaux secondaires, leur donnant un aspect très buissonnant, c'est le cas des variétés AI, RABASSE. Chez ces variétés, les bourgeons floraux sont situés le long de ces rameaux secondaires.

D'autres variétés, par suite d'une forte dominance apicale ne donnent pas de rameaux secondaires et leurs bourgeons floraux se trouvent rassemblés autour d'un bourgeon à bois, comme si le rameau secondaire était " télescopé " autour de son bourgeon terminal. On observe ainsi des bouquets de bourgeons floraux appelés " bouquets de mai " par les arboriculteurs (fig. 6).

Chez de nombreuses espèces fruitières, la formation abondante de bourgeons floraux en bouquets remplaçant les rameaux secondaires et donnant aux arbres un port trapu et peu ramifié, a reçu le nom américain de " spur ". Actuellement, cette aptitude à la production de bouquets de mai est recherchée dans toutes les espèces, principalement en raison de la réduction du volume général des arbres et de l'économie de temps que ce type de port entraîne dans le travail de taille. C'est ainsi que le nombre de coupes au sécateur sur un amandier de cinq ans, au moment de la taille d'hiver peut varier de 30 à 180 selon le type de ramification des variétés. En conséquence, le temps passé à effectuer ce travail varie dans les mêmes proportions.

B - OBSERVATIONS DES CARACTERES PHYSIOLOGIQUES

Dès l'année qui suit la plantation, les notations sur le débourrement des bourgeons peuvent être effectuées. En réalité, les observations intéressantes ne sont réalisées qu'à la deuxième et souvent troisième année.

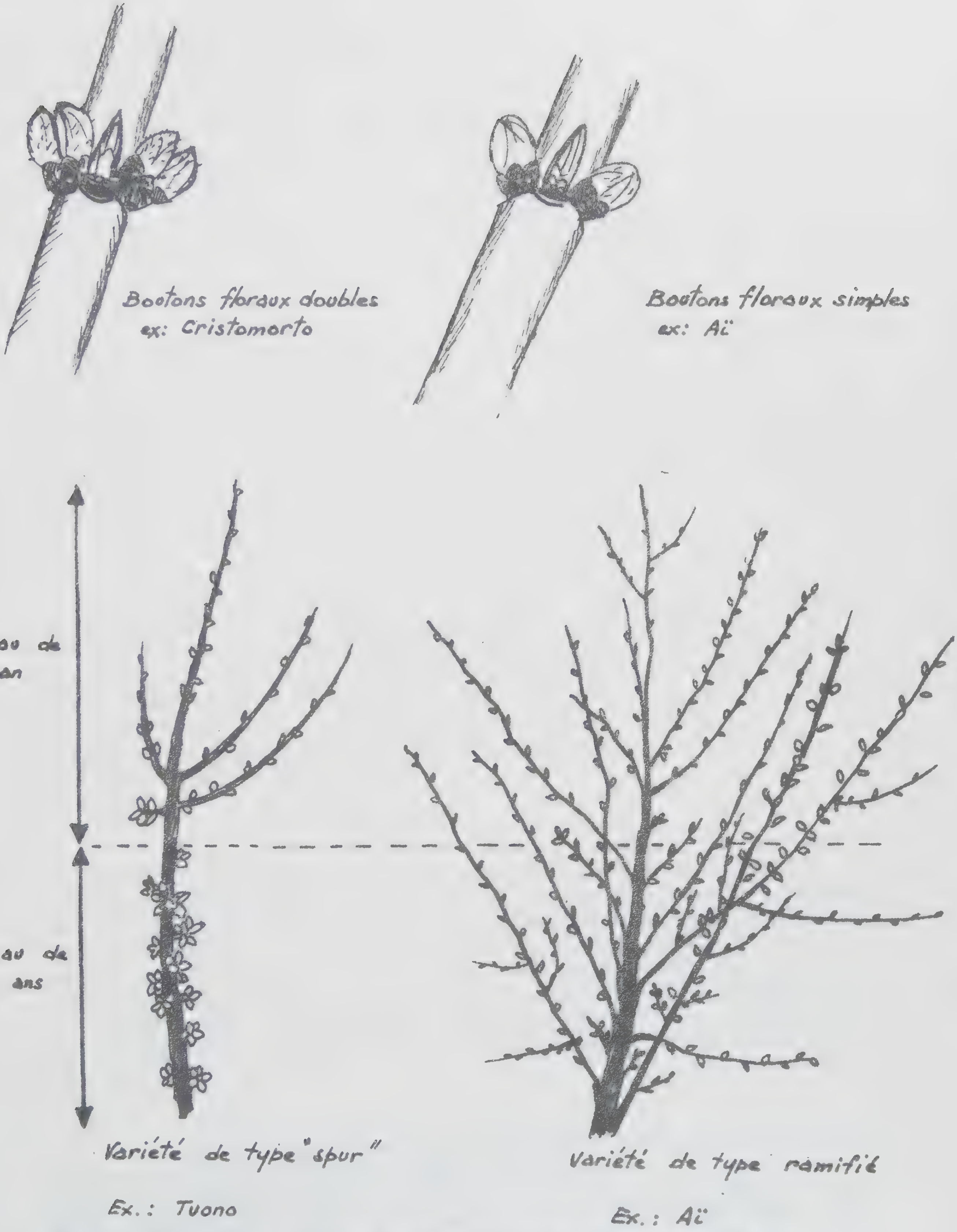


fig.6 - Différents types de ramifications chez l'Amandier.

1 - Epoque de floraison

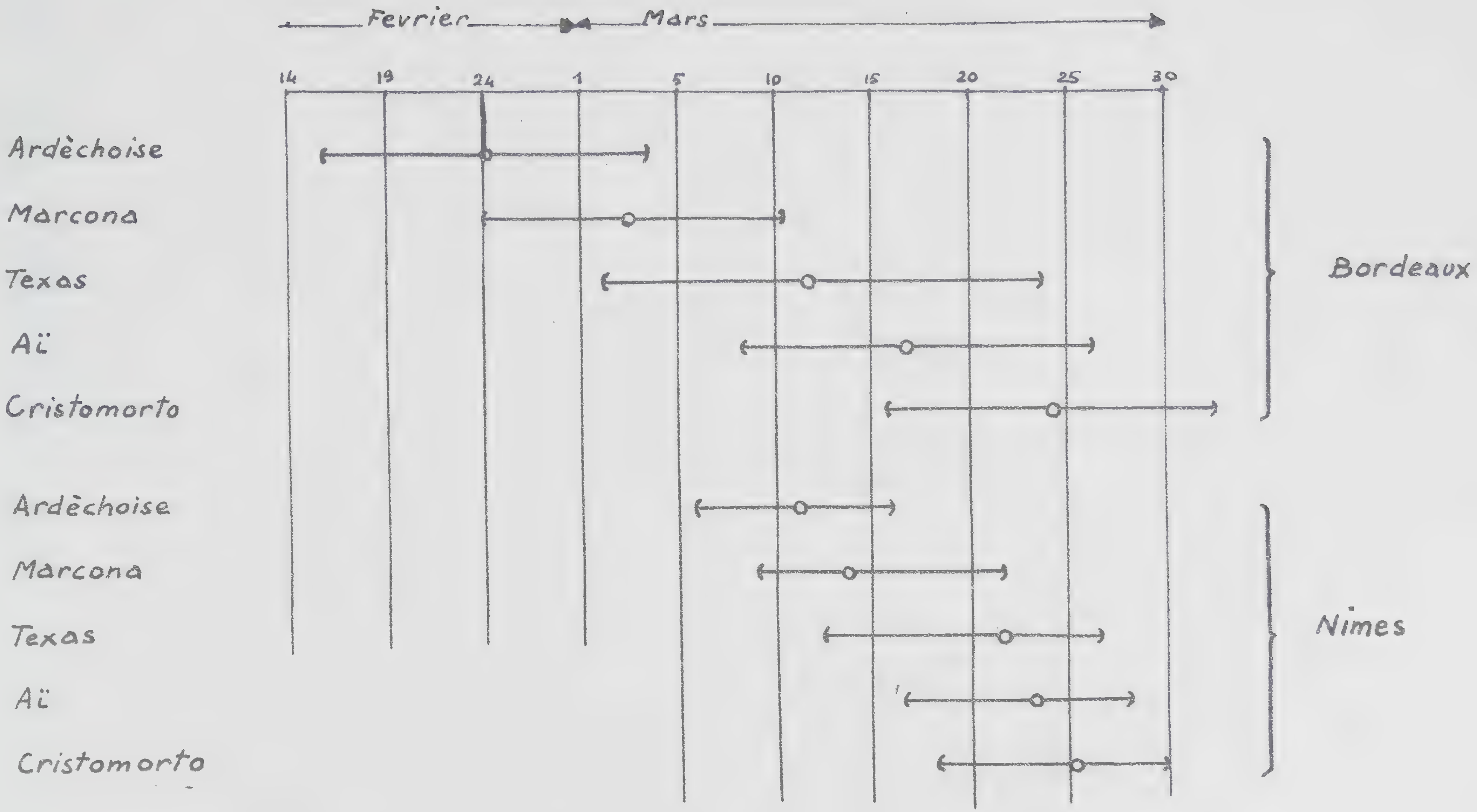
L'époque de floraison a une grosse importance dans la culture de l'Amandier, cette espèce qui fleurit généralement tôt, avant le pêcher, est en effet sensible aux gelées printanières, et de tout temps les variétés à floraison tardive ont été recherchées. C'est ainsi que très souvent, les amandiers sub-spontanés que l'on rencontre au bord des routes de Provence fleurissent plus tôt que la plupart des variétés cultivées dans la même région.

En collection, la floraison est notée avec précision au cours d'observations effectuées environ tous les trois jours. Cette notation est effectuée de la manière suivante : le stade " début " est considéré atteint lorsque les premiers boutons floraux s'épanouissent sur l'arbre. Le stade " pleine floraison " correspond à 50 % des fleurs ouvertes, le stade " fin floraison " est noté lorsque toutes les fleurs sont ouvertes et qu'il ne reste pratiquement plus de boutons floraux et non au moment de la chute des pétales ainsi que certains observateurs le notent.

Les raisons de la tardivité de floraison sont nombreuses et complexes, on admet généralement que ce phénomène est lié à la levée de la dormance des bourgeons floraux et ensuite à un besoin thermique de ces mêmes bourgeons pour que leur floraison s'effectue. Ces besoins sont variables selon les variétés et semblent jouer un rôle plus important sur les variétés à floraison tardive. Ces facteurs ont très probablement un effet cumulatif et semblent liés à des phénomènes hormonaux.

Les écarts entre les époques de floraison des différentes variétés ne sont pas toujours de même durée et varient parfois en raison des conditions climatiques. Généralement, dans les régions à hiver doux, les écarts sont plus grands que dans les régions continentales à saisons nettement marquées. Sur la figure 7 nous avons représenté les époques de floraison de cinq variétés d'Amandier sous les deux climats de Bordeaux et de Nîmes. Pour une même année, on constate que la floraison de ces cinq variétés s'échelonne sur neuf semaines à Bordeaux et sur cinq seulement dans la région Nîmoise.

Dans nos collections, les variétés à floraison les plus précoces sont des variétés originaires d'Iran ou de Tunisie qui, n'ayant pratiquement pas ou très peu besoin de froid pour la levée de leur dormance, fleurissent parfois à Bordeaux en décembre et à Nîmes en janvier. Les variétés les plus tardives commencent à fleu-



Floraison de cinq variétés d'Amandiers sous deux climats en 1968.

fig. 7

← debut floraison
-o- pleine floraison
→ fin floraison

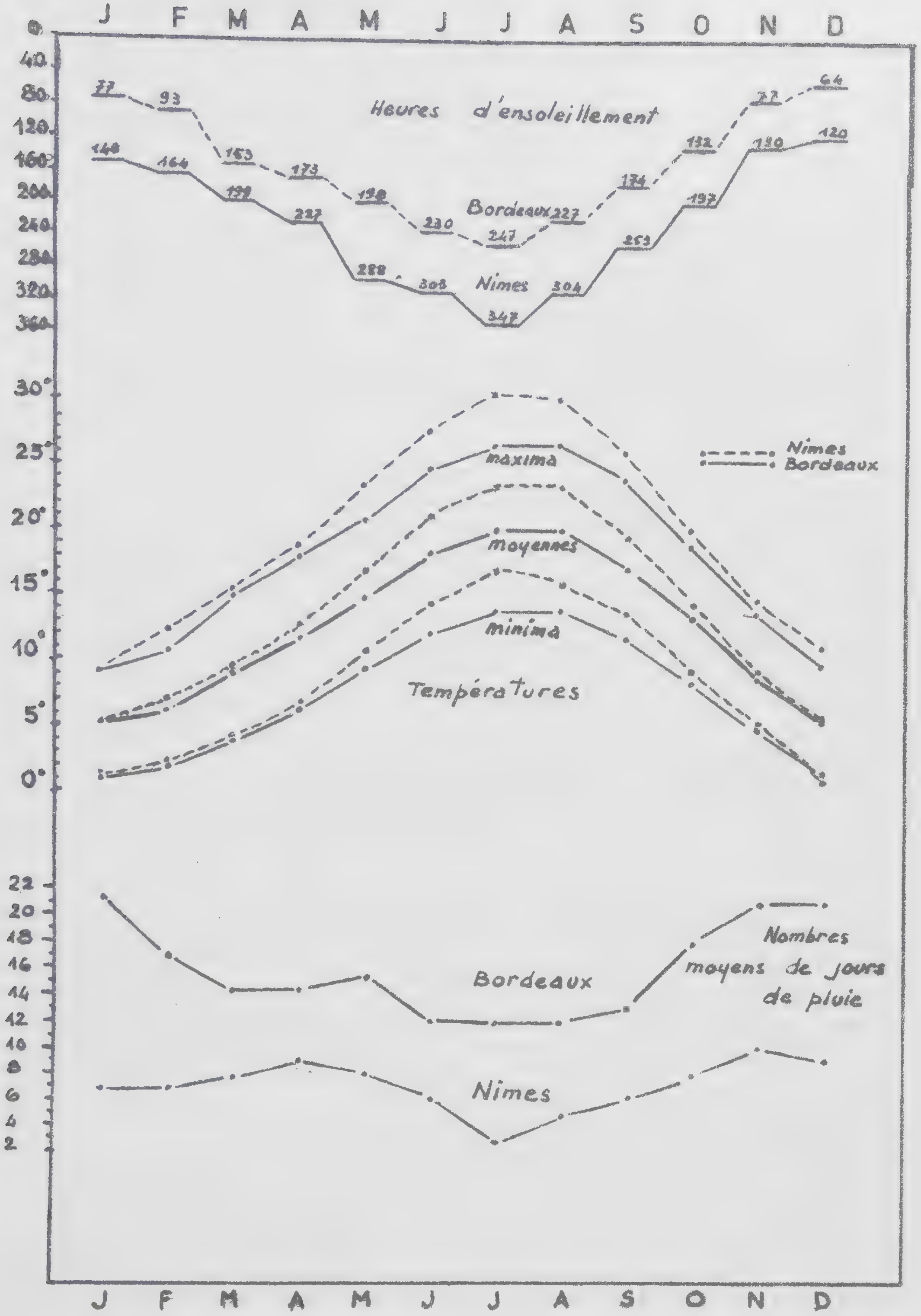


fig.8 Moyennes météorologiques mensuelles des stations de Bordeaux et de Nimes.

(Moyenne de 30 années pour Bordeaux et 6 années pour Nimes)

rir au début du mois de mars ou parfois vers le 15 de ce même mois (fig. 7).

Ce sont ces variétés à floraison très tardives qui ont été choisies comme géniteurs dans les programmes d'hybridations et les premiers résultats que nous décrirons dans la deuxième partie de notre travail nous permettent d'affirmer que dans les prochaines années, l'époque de floraison des variétés d'Amandier qui seront mises à la disposition des arboriculteurs se situera à la même époque que celle des pêchers.

Il nous semble important de souligner que tardivité de floraison ne signifie pas obligatoirement résistance au froid comme cela est admis très souvent. S'il est certain que les boutons floraux résistent mieux à des températures négatives (- 5 à - 8° C) que les fleurs épanouies (- 3 à - 5° C), on constate qu'à stade d'évolution égal, les fleurs de certaines variétés résistent mieux au gel que d'autres. Ainsi, en 1970, nous avons observé sur la variété ARDECHOISE, après une température inférieure à - 3° C, au stade de pleine floraison une parfaite résistance des organes floraux : pistils et ovaires, alors que sur d'autres variétés comme NEC PLUS ULTRA et MARCONA, on observait un pourcentage important de pistils et d'ovaires détruits.

Le tableau V donne pour quelques variétés, pour des fleurs au même stade de pleine floraison et sur des rameaux situés à la même hauteur par rapport au sol des pourcentages de fleurs détruites observées le 10 mars, après un gel de - 6° C survenu dans la nuit du 6 au 7 mars 1970.

On constate à la lecture de ce tableau qu'une variété comme NEC PLUS ULTRA dont le début floraison se situe exactement en même temps que celui d'ARDECHOISE parait beaucoup plus sensible. La variété CAVALIERA dont les pourcentages de fleurs détruites sont très importants, de par sa très grande précocité de floraison présentait probablement des fleurs plus âgées de quelques jours.

Tableau V - POURCENTAGES DE FLEURS DETRUITES PAR LE GEL EN 1970

Variétés	% de fleurs détruites	Variétés	% de fleurs détruites
ARDECHOISE	1 à 2	MARCONA	42
	1 à 3		43
CAVALIERA	73	NEC PLUS ULTRA	70
	84		80
I.X.L.	15	PEERLESS	24
	9		28
	13		
	17		

En 1971, après neuf jours consécutifs de gels matinaux, survenus du 1er au 9 mars et ayant atteint les températures suivantes, enregistrées dans le verger à un mètre au-dessus du sol :

- 4 ° C le 1er mars	- 8 ° C le 6 mars
- 1 ° C le 2 mars	- 6 ° C le 7 mars
- 1,7°C le 3 mars	- 4 ° C le 8 mars
- 7 ° C le 4 mars	- 3 ° C le 9 mars
- 8 ° C le 5 mars	

il a été possible d'effectuer les observations suivantes :

Variétés ayant déjà fleuri, stade de début de chute des pétales

CAVALIERA (Tunisie) 78 % des fleurs ouvertes détruites
CONSTANTINI (Tunisie) 74 % des fleurs ouvertes détruites

Variétés en pleine floraison, 50 % des fleurs ouvertes

DESMAYO (Espagne) 4 % des fleurs ouvertes détruites.

Variétés à 5 % de fleurs ouvertes, les pourcentages de fleurs détruites ont été calculés sur des fleurs au stade de l'apparition des pétales.

A LA DAME	(Provence)	0 à 6 %
AVOLA	(Sicile)	0 à 10 %
BARTRE	(inconnue)	26 à 38 %
I.X.L.	(Californie)	4 à 10 %
MARCONA	(Espagne)	16 à 18 %
NEC PLUS ULTRA	(Californie)	8 à 14 %

Variétés encore en boutons dont les sépales sont visibles

ARDECHOISE	(inconnue)	4 %
DOREE	(Provence)	0 %
FLOTS	(Provence)	0 %
FLOUR EN BAS	(Provence)	0 %
FOURCOURONNE	(Provence)	4 %
NONPAREIL	(Californie)	0 %
PEERLESS	(Californie)	28 %

Ces observations de 1970 et de 1971 ne doivent être considérées qu'avec circonspection ; il est en effet très difficile de comparer des arbres en verger, où de nombreux facteurs interviennent, d'autre part les différences variétales ne sont pas toujours confirmées. Il semble bien cependant que quelques variétés comme DESMAYO et ARDECHOISE montrent une meilleure résistance au froid que d'autres comme MARCONA, NEC PLUS ULTRA et PEERLESS.

2 - Débourrement

Le débourrement comme la floraison est soumis à l'influence du milieu. Il se produit quand la dormance des bourgeons ayant été levée, les conditions de température et de lumière sont favorables. Les variétés originaires des régions à hiver doux et court débourrent très précocement. C'est le cas de CAVALIERA et de CONSTANTINI originaires de Tunisie, d'une manière moindre de DESMAYO variété espagnole.

D'autres variétés par contre, issues de sélection naturelle en Haute Provence ou en Ardèche ont au contraire un débourrement très tardif.

Si la précocité de débourrement est généralement liée à la précocité de floraison, il n'en est pas toujours ainsi ; quelques variétés fleurissent précocement et ont un débourrement tardif comme SULTANE ; d'autres, réciproquement, débourrent tôt et fleurissent relativement tard comme BONIFACIO N° 1 originaire de Sicile.

Malgré ces exceptions, nous pensons qu'en règle générale les précocités de débourrement se retrouvent sur les mêmes individus et populations. Ainsi les variétés tunisiennes, siciliennes et d'Espagne du sud à débourrement précoce sont également à floraison précoce.

Pour les zones climatiques françaises, nous recherchons des variétés à débourrement plutôt tardif et la plupart des géniteurs que nous avons utilisés dans nos croisements sont de ce type.

Nous avons observé que cette aptitude au débourrement précoce ou tardif se transmettait dans la descendance et influençait même les besoins de stratification des semences, mais ce caractère sera examiné quand nous traiterons du semis des graines hybrides.

3 - Epoque de maturité

Après la fécondation et la chute de la corolle, le jeune fruit d'Amandier croit extrêmement vite (fig. 9). Sa croissance est beaucoup plus rapide que celle d'un jeune fruit de pêcher ; en quelques semaines, il atteint sa taille définitive. Progressivement ensuite, les cotylédons se forment et remplissent les téguments à partir de début juillet.

Cette rapidité de croissance du fruit chez l'Amandier est la conséquence de l'adaptation de cette espèce à des climats où, après une pluviométrie enregistrée au début du printemps, l'arbre ne dispose que de très peu de temps avant la période sèche et où, à partir de juillet - août toute végétation est interrompue, s'accompagnant souvent de chute des feuilles.

A partir de fin août, on peut observer la déhiscence du mésocarpe qui se fend sur la suture, laissant apparaître l'endocarpe. C'est le début de cette déhiscence qui est noté dans les collections pour toutes les variétés et permet de préciser le stade dit de " début maturité ".

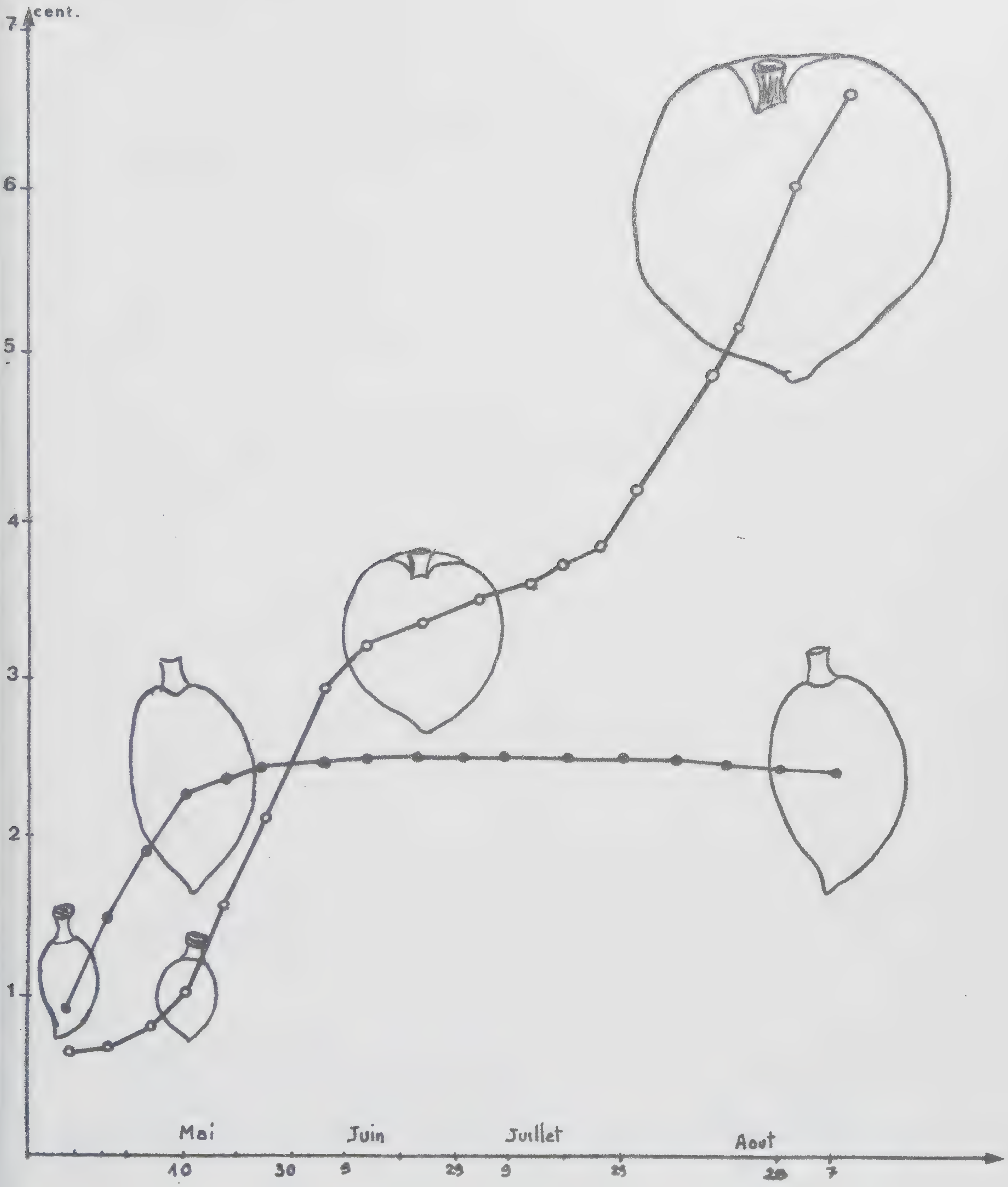


fig.9 - Evolution des dimensions du fruit (épaisseur) chez les espèces Pécher (variété G.F. 305) et Amandier (variété Cristomorto).

Le stade de " pleine maturité " est noté quand l'ensemble des fruits d'un même arbre a atteint cette déhiscence, il correspond au stade où la récolte peut être effectuée.

Entre les variétés à maturités les plus précoces comme CAVALIERA et NONPAREIL, dont les fruits peuvent être récoltés à partir du 15 août et celles à maturités les plus tardives comme TEXAS et DESMAYO qui ne peuvent être récoltées avant le 10 octobre, on observe un écart s'étalant presque sur deux mois.

La précocité de maturité n'est absolument pas liée à la précocité de floraison et il est possible de trouver des variétés appartenant aux quatre combinaisons possibles de ces deux caractères :

floraison précoce - maturité précoce : CAVALIERA

floraison précoce - maturité tardive : DESMAYO

floraison tardive - maturité précoce : RACHELE

floraison tardive - maturité tardive : TEXAS.

L'observation de la figure 10 permet de constater que les variétés appartenant au type floraison précoce - maturité précoce sont d'origine tunisienne (CAVALIERA, CONSTANTINI) ou du sud de l'Espagne (MALAGUENA) adaptées à des zones à hiver doux et à été sec.

Les variétés du nord-est de l'Espagne comme le groupe des DESMAYO sont dans l'ensemble de type floraison précoce - maturité tardive. Les variétés comme MARCONA appartiennent dans une certaine mesure au même type.

On trouve souvent dans les variétés originaires des Pouilles des types floraison tardive - maturité précoce comme RACHELE, TUONO et également GENCO, FILIPPO CEO. Il serait cependant impossible de faire entrer toutes les variétés dans ces quatre groupes ; tous les cas intermédiaires existent également.

Cette possibilité d'étalement dans la maturité de cette espèce présente un intérêt pratique car elle permet au producteur d'échelonner sa récolte. Les amandes en effet se récoltent par secouage, manuel ou mécanique, et l'aptitude à la chute est liée au stade de pleine maturité. Il est donc important de pouvoir disposer dans le cadre d'exploitation monospécifique, de variétés d'époque de maturité différente permettant d'éche-

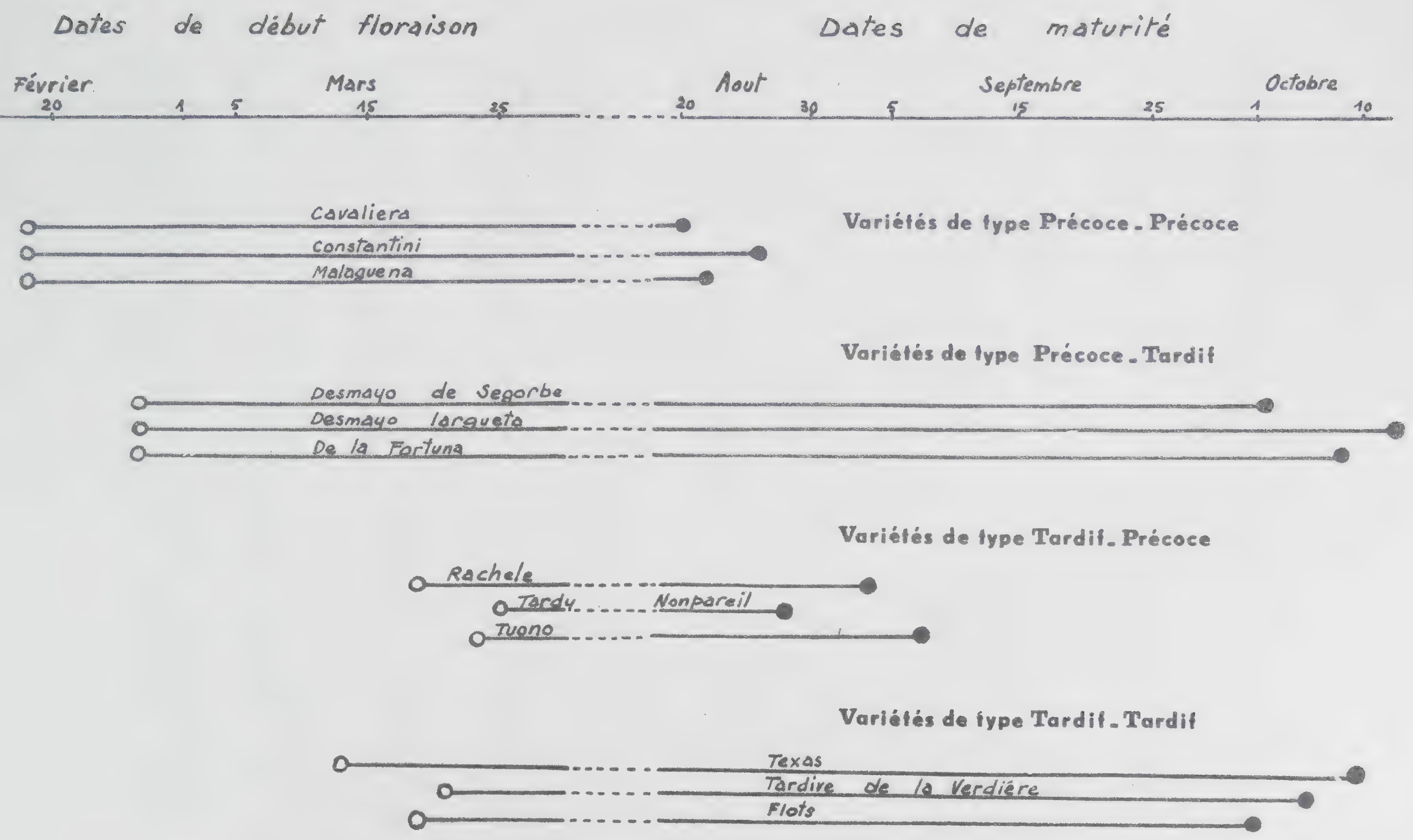


fig.10. Différents types de cycles (floraison - maturité) chez l'Amandier.

de variétés d'époque de maturité différente permettant d'échelonner la récolte et de mieux rentabiliser les appareils de secouage.

Dans les collections, les dates de récolte de toutes les variétés sont évidemment notées chaque année et les fruits pesés après séchage.

4 - Résistance aux maladies

L'étude de la résistance ou de la sensibilité des variétés aux maladies cryptogamiques est effectuée dans les collections de manière systématique. Nous utilisons cependant les attaques occasionnelles, liées très souvent à des fluctuations climatiques, pour observer certaines années le comportement des variétés.

Ainsi, en 1968, nous avons profité d'une attaque de rouille exceptionnelle pour noter le comportement des variétés à ce parasite. En 1970, c'est une attaque de monilia au printemps qui nous a permis d'effectuer une observation intéressante. En 1971, après un printemps froid et humide, nous avons observé en été une très forte attaque de tavelure, de rouille et de fusicoccum.

Sous cette dénomination de " résistance aux maladies " nous avons en effet groupé la résistance aux diverses maladies cryptogamiques rencontrées sur le feuillage, les fruits et sur les rameaux de l'Amandier. Les principales sont : la tavelure (Fusicladium carpophilum, THUM), le corynéum (Coryneum beijerinckii), l'anthracnose (Gloeosporium amygdalinum, BRIZI) la rouille (Puccinia prunispinosae).

Il semble que les variétés trouvées résistantes le soient à ces diverses maladies et réciproquement que les variétés sensibles soient attaquées par tous ces parasites.

Le monilia (Monilia laxa), ne se rencontre pas obligatoirement sur les variétés sensibles aux maladies précédentes. Il en est de même pour le fusicoccum (Fusicoccum amygdali).

La résistance aux maladies n'a pas toujours été suffisamment recherchée soit parce que les milieux climatiques considérés étant " sains ", il était difficile d'éliminer les variétés sensibles qui n'extériorisaient pas les symptômes ; ou bien

parce que l'Amandier étant considéré comme une espèce semi-sauvage, les criblures, les chutes de feuilles précoces ou les mortalités de rameaux étaient jugées comme des accidents naturels inévitables.

Actuellement, les conditions économiques rendent indispensables les qualités de résistance aux maladies des variétés fruitières et cela est encore plus vrai pour l'Amandier que les arboriculteurs, même les plus avertis, considèrent comme une espèce rustique.

Nous présentons dans les tableaux suivants les observations de sensibilité à diverses maladies observées sur quelques variétés classiques d'amandier. La note 0 correspond à l'absence de symptômes et 5 à une attaque très forte.

Tableau VI - SENSIBILITE A LA TAVELURE SUR RAMEAUX DE QUELQUES VARIETES D'AMANDIER.

Variétés	N° clône	Variétés	N° clône
Note 0		Note 1	
ARDECHOISE	61	A LA DAME	117
Note 0,5		CONSTANTINI	42
FILIPPO CEO	354	CRISTOMORTO	210
MONTRONE	352	I.X.L.	186
MOLLESE	211	MALAGUENA	36
PEERLESS	188	NONPAREIL	645
POINTUE DE L'ARDECHE	77	OCCHIOROSSO	353
PRADALE		TEXAS	270
RACHELE	214		
TARRAGONA	163		

Tableau VI (Suite) -

Variétés	N° clône	Variétés	N° clône
Note 2		Note 3	
AI	269	BELLE D'AURONS	216
BARTRE	164	BENI OUAKLAM	258
CAVALIERA	38	DESMAYO LARGUETA	160
DESMAYO ENCARNADO	168	DRAKE	323
DOREE	197	FOURCOURONNE	196
FERRAGNES	486	JORDANOLO	116
FLOUR EN BAS	193	MATHERONNE	172
FOURNAT DE BREZENAUD	307		
FLOTS	192	Note 4	
MARCONA	185	NEC PLUS ULTRA	187
TOURNEFORT	191	AVOLA	40
TUONO	219		

A la lecture de ce tableau on constate que plusieurs variétés italiennes de la région des Pouilles sont assez résistantes à la tavelure sur rameaux. Il semble par contre que les variétés des Alpes de Provence comme FLOUR EN BAS, FLOTS, TOURNEFORT, FOURCOURONNE et MATHERONNE soient assez sensibles.

Nous remarquons qu'ARDECHOISE est la seule variété à obtenir la note 0, ceci confirme les nombreuses observations effectuées sur cette variété dans de nombreux milieux.

Tableau VII - SENSIBILITE DE QUELQUES VARIETES D'AMANDIER AU MONILIA (Monilia laxa) SUR RAMEAUX.
Années 1969 et 1970 (Nîmes)

Variétés	N° clône	Variétés	N° clône
Note 0		Note 2	
CRISTOMORTO	210	BENI OUAKLAM	258
AI	269	CAVALIERA	38
ARDECHOISE	61	MALACUSO	43
FERRAGNES	486	MATHERONNE	172
NONPAREIL	645	PRINCESSE	103
PEERLESS	188		
TEXAS	270	Note 3	
		MANZAREZA	304
Note 1		SOUCARET	336
BARTRE	164		
DRAKE	323	Note 4	
NEC PLUS ULTRA	187	TARRAGONA	163
MARCONA	185		

En 1972, un printemps exceptionnellement humide a favorisé un développement important de Monilia laxa ; il a été possible d'observer non seulement des chancres sur rameaux, mais également, sur un certain nombre de variétés, des attaques sur fleurs se traduisant quelques semaines après la floraison par la survivance de bouquets de fleurs desséchés.

L'importance de ces attaques sur fleurs est difficile à juger mais surtout à interpréter : il est évident que les variétés très florifères présentent, en raison des nombreux pistils qui sont les réceptacles des spores du champignon, une possibilité plus grande à l'introduction du parasite que les variétés peu florifères.

D'autre part, les variétés dont les fleurs sont groupées en bouquets de mai peuvent présenter au moment de l'observation davantage de dégats que les variétés dont les fleurs sont isolées sur les rameaux. En effet sur un bouquet, il suffit qu'une seule fleur soit contaminée pour que l'ensemble du bouquet soit atteint et se dessèche.

Enfin il est nécessaire également de tenir compte de l'époque de floraison des variétés. Les conditions climatiques peuvent en effet varier entre le début de cette période qui se situe en début février et la fin floraison qui survient généralement vers le 10 mars.

Sur le tableau VIII nous avons rassemblé les observations réalisées en 1972 après l'attaque de Monilia laxa sur fleurs et sur rameaux.

On constate que les variétés les plus sensibles : TARRAGONA, CAVALIERA, BENI OUAKLAM se retrouvent tous les ans dans les classes les plus sensibles. Très souvent, la masse d'inoculum augmentant avec le volume de l'arbre, les notations deviennent défavorables avec l'âge des arbres.

On constate que quelques variétés comme AI, NONPAREIL, TEXAS et la plupart des variétés de Provence, même en année favorable aux parasites, sont exemptes de dégats malgré la présence dans les mêmes parcelles de collection de nombreuses variétés sensibles, porteuses de fructifications du champignon.

Enfin, quelques variétés comme MOLLESE, MANZAREZZA, RACHELE, TUONO, CRISTOMORTO, OCCHIOROSSO, toutes originaires d'Italie, qui présentent une bonne résistance à Monilia laxa sur rameaux ont été atteintes en 1972 sur fleurs d'une manière sensible. Cette observation doit être considérée avec circonspection pour les raisons citées ci-dessus. Ces variétés présentent du reste une telle fertilité que malgré la présence de nombreux bouquets floraux détruits, leur production de 1972 sera encore très abondante ; exception faite pour la variété MOLLESE dont la floraison est détruite dans une très forte proportion.

Tableau VIII - NOTES DE SENSIBILITE DE QUELQUES VARIETES D'AMANDIER à *Monilia laxa* SUR RAMEAUX ET SUR FLEURS EN 1972.

Variétés	N° du clone	sur rameau	sur fleur
AI	269	0	0
DESMAYO	308	0	0
FLOTS	192	0	0
FLOUR EN BAS	193	0	0
FOURCOURONNE	196	0	0
NONPAREIL	645	0	0
TEXAS	270	0	0
ARDECHOISE	61	0	0,5
DOREE	197	0	0,5
FERRAGNES	486	0	0,5
NEC PLUS ULTRA	187	0	0,5
TARDIVE DE LA VERDIERE	195	0	0,5
CRISTOMORTO	210	0	1
FILIPPO CEO	354	0	1
MARCONA	185	0	1
OCCHIOROSSO	353	0	1
MANZAREZZA	304	0	2
RACHELE	214	0	2
TUONO	219	0	2
YALTINSKI	585	0	2
TOURNEFORT	191	0,5	0,5
AVOLA	40	1	0
JORDANOLO	116	1	0
PERALEGUAS	444	1	0
A LA DAME	117	1	1
DRAKE	323	1	1
SOUCARET	336	1	1

0 = aucune attaque 5 = attaque très forte

Tableau VIII - (Suite)

Variétés	N° du clone	sur rameau	sur fleur
HATCI 50	611	2	0
CUTI	436	2	1
BURBANK x METEOR	610	2	1
BENI OUAKLAM	258	2	2
POINTUE D'AUREILLE	190	2	2
PASTANETTA	229	3	4
CAVALIERA	38	4	0,5
TARRAGONA	163	5	5

0 = aucune attaque　　　　5 = attaque très forte

Dans le tableau IX nous avons rassemblé les notations de sensibilité au Fusicoccum (Fusicoccum amygdali) de quelques variétés d'amandiers.

On remarquera que de nombreuses variétés semblent résistantes à ce parasite ; il est vrai que les traitements cupriques effectués sur le domaine des Garrigues atténuent son effet. Il est intéressant d'observer que plusieurs types de DESMAYO montrent une certaine sensibilité.

Nous remarquons également que les variétés originaires des régions à climats très continentaux, où aucune sélection naturelle n'a pu jouer vis-à-vis de ces maladies cryptogamiques, sont extraordinairement sensibles. C'est le cas de la centaine de variétés iraniennes que nous avons observées. Les variétés tunisiennes, originaires d'un milieu déjà plus humide, montrent une meilleure résistance.

Toutes ces observations réalisées sur la sensibilité des variétés aux maladies cryptogamiques présentent un grand intérêt pour l'amélioration de cette espèce, elles ont permis le choix de quelques géniteurs qui sont utilisés dans nos programmes d'hybridation.

Tableau IX - SENSIBILITE AU FUSICOCCUM (*Fusicoccum amygdali*) DE QUELQUES VARIETES D'AMANDIER.

Variétés	N° clône	Variétés	N° clône
Note 0		Note 1	
AI	269	DESMAYO DE ALQUERA	159
ARDECHOISE	61	DESMAYO DE SEGORBE	158
BELLE D'AURONS	216	DOREE	197
CAVALIERA	38	MOLLESE	211
CRISTOMORTO	210		
DESMAYO LARGUETA	160	Note 2	
FLOTS	192	CONSTANTINI	42
FERRAGNES	486	DESMAYO INCARNADO	168
FERRADUEL	485	DESMAYO BLANCO	169
FLOUR EN BAS	193	DESMAYO SANJUAN	32
FOURCOURONNE	196	MATHERONNE	172
FILIPPO CEO	354		
I.X.L.	186	Note 3	
MALAGUENA	36	TARRAGONA	163
MARCONA	185		
MONTRONE	352	Note 4	
NONPAREIL	645	BENI OUAKLAM	258
NEC PLUS ULTRA	187	JORDANOLO	116
OCCHIOROSSO	353		
PEERLESS	188		
POINTU D'AUREILLE	190		
RECHELE	214		
TARDIVE DE LA VERDIERE	195		
TEXAS	270		
TUONO	219		

Après avoir d'une part énuméré les différents caractères morphologiques et physiologiques que nous avons observés sur les variétés d'amandier rassemblées en collection dans des conditions identiques, et d'autre part, examiné pour chacun de ces caractères les différentes observations effectuées, nous pouvons conclure que cette espèce présente une très grande variabilité. Cela est aussi vrai pour les caractères des boutons floraux, de la fleur, des fruits et des feuilles que pour les époques de floraison, de débourrement, de maturité et de résistance aux maladies.

Cette variabilité est en grande partie la conséquence de l'allogamie générale de l'espèce Amandier. Cependant, nous constatons que malgré cette variabilité, des variétés provenant de mêmes régions géographiques présentent un certain nombre de caractères communs et c'est de l'existence de ces groupes géographiques que nous allons traiter dans le prochain chapitre.

CHAPITRE III

POPULATIONS GEOGRAPHIQUES

Nous avons vu dans les deux chapitres précédents les techniques utilisées pour introduire et observer les variétés d'amandier rassemblées en collection, ainsi que les différents caractères morphologiques et physiologiques que nous avons étudiés chez ces variétés.

Toutes ces observations nous permettent de constater les similitudes assez grandes existant entre des variétés originaires de mêmes régions et de conclure à l'existence de populations géographiques ou écotypes.

Si l'origine de ces populations s'explique aisément par le mode de multiplication utilisé (le semis) et l'influence de la sélection naturelle, ces groupes géographiques sont cependant difficiles à délimiter avec précision et nous en avons établi plusieurs types :

- nous observons d'abord des groupes constitués sûrement par des mutants d'une variété originelle. Tous ces mutants ne diffèrent entre eux ou de la variété mère que par des caractères très peu marqués affectant le plus souvent la grosseur ou la forme du fruit, parfois l'époque de floraison ou de maturité ; tous les autres caractères restant identiques. C'est le cas du groupe formé en France par les variétés dérivées de SULTANE dont nous avons étudié plusieurs mutations, toutes ces variétés ont conservé les mêmes caractéristiques de fleurs très roses, de pousses feuillées très colorées, de même rendement au cassage ; les différences observées concernent seulement la dimension du fruit.

C'est le cas également du groupe formé en Californie par les mutants de la variété NONPAREIL dont plusieurs sont multipliés par les pépiniéristes californiens : TARDY NONPAREIL, CRESSEY, CARMEL, KERN ROYAL.

- nous observons des groupes formés par les semis d'une même variété ; la différence entre ces semis est plus grande qu'entre les mutants d'une même souche, mais leur parenté est nettement décelable. C'est le cas en Espagne des variétés proches de DESMAYO dont nous avons observé un grand nombre de types. Toutes ces variétés se caractérisent par un port pleureur particulier (DESMAYO vient d'un verbe signifiant en espagnol: s'évanouir) ; une floraison précoce, des fruits à mésocarpe boursouflé, une maturité tardive, des feuilles allongées à long pétiole.

- nous avons ensuite des groupes formés par des individus issus de croisements entre parents proches. Leur aire géographique est difficile à délimiter et leur ancienneté peut être très variable.

L'exemple le plus récent est donné par le groupe formé en Californie par toutes les variétés issues de croisements où le géniteur NONPAREIL a été utilisé à plusieurs reprises. Ce groupe comprend actuellement près de vingt variétés qui présentent des caractéristiques très voisines de port et de type de fruits. Le tableau V donne la liste de ces variétés et leur lien de parenté avec NONPAREIL. Le rendement au cassage de toutes ces variétés est très élevé et varie de 60 à 65 %, ce qui signifie que leur endocarpe est très friable.

Nous pouvons citer comme autre exemple de population le groupe d'amandiers espagnols à fruits courts, presque sphériques, à coque dure comprenant : MARCONA, PLANETA, PASCUALA, PASTANYETA. Toutes ces variétés sont originaires de la province de Barcelone.

En France, nous avons constaté la présence d'un autre groupe constitué par des variétés rencontrées dans le Var et les Alpes de Provence. Dans ce groupe, DOREE et FLOTS présentent beaucoup de similitude ; FLOUR EN BAS, FOURCOURONNE, TARDIVE DE LA VERDIERE, TOURNEFORT ont également une parenté certaine.

En Italie, le groupe des amandiers de la région des Pouilles est constitué d'un très grand nombre de variétés locales dont nous avons étudié environ quarante types après une prospection et leur implantation en collection à Nîmes. Toutes ces variétés présentent des caractères communs, très particuliers du point de vue botanique. La plupart des bourgeons floraux de ces variétés renferment en effet deux fleurs alors que chez les autres variétés d'amandiers, comme chez toutes les espèces du sous-genre Amygdalus, chaque bourgeon n'en contient qu'une. (tableau IX)

Tableau IX - GROUPE DES VARIETES CALIFORNIENNES ISSUES DE NONPAREIL

Variétés	Origine	Année de commercialisation
NONPAREIL	semis effectué pour porte-greffe puis rabattu	1884
DAVEY	NONPAREIL x SANS FAUTE	1952
JUBILEE	NONPAREIL x TEXAS	1953
TARDY NONPAREIL	mutation de NONPAREIL à floraison tardive	1955
PROFUSE	probablement JORDANOLO x NONPAREIL	1957
MERCED	probablement TEXAS x NONPAREIL	1958
RUBY	semis de hasard de NONPAREIL -	1958
EMERALD	TEXAS x (NONPAREIL x TEXAS)	1962
KAPAREIL	NONPAREIL x (EUREKA x (NONPAREIL x EUREKA)	1962
RIPON	semis de mutation de NONPAREIL	1962
BUTTE	TEXAS x NONPAREIL	1963
CRESSEY	mutation de NONPAREIL	1963
NORMAN	semis de hasard de NONPAREIL	1963
PRICE CLUSTER	semis probable de NONPAREIL	1963
YOSMITE	TEXAS x probablement NONPAREIL	1965
WAWONA	RUBY (semis de NONPAREIL) x TEXAS	1965
CARMEL	mutation de NONPAREIL	1966
TIOGA	semis de mutation de NONPAREIL	1966
KERN ROYAL	mutation de NONPAREIL	1967
VESTA	hybride complexe à base de NONPAREIL	1967
REIRENO	semis probable de NONPAREIL	1967
GRANADA	TEXAS x NONPAREIL	1968
HARVEY	probablement TEXAS x NONPAREIL	1968

Un comptage des bourgeons à deux fleurs réalisé en 1968 et en 1971 sur les variétés de la population des Pouilles et sur celles de Provence montre bien la particularité de ces deux groupes géographiques.

Tableau X - POURCENTAGE DE BOURGEONS A DEUX FLEURS CHEZ LES AMANDIERS DE PROVENCE ET DES POUILLES

Variétés de Provence	% de bourgeons contenant deux fleurs		
	sur rameaux mixtes	sur brindilles	sur bouquets de Mai
TOURNEFORT	0	0	0
FLOTS	0	0	0
DOREE	3	0	1
FLOUR EN BAS	0	0	0
FOURCOURONNE	1	0	0
Variétés des Pouilles			
CRISTOMORTO	65	48	63
TUONO	98	100	100
MONTRONE	90	26	27
OCCHIOROSSO	50	24	40
FILIPPO CEO	72	24	60
SANTORO	80	80	80
GENCO	70	60	80
MINCONE	80	50	70

Les variétés de la région des Pouilles présentent aussi la particularité, qui est un inconvénient grave, de produire des fruits à amandons doubles (deux graines par fruit) dans des proportions très élevées. Chez les variétés d'amandes de Provence, au

contraire, les fruits sont tous à amandes simples comme le montre le tableau XI.

Tableau XI - POURCENTAGE DE GRAINES DOUBLES DANS LES FRUITS DES AMANDIERS DES POUILLES ET DE PROVENCE

Variétés de Provence		%	Variétés des Pouilles		%
AI	269	0	BIANCADDA	537	30 - 40
A LA DAME	117	0	CRISTOMORTO (1)	210	15 - 30
DOREE	197	0	CRISTOMORTO	544	50 - 65
FLOTS	192	0	FILIPPO CEO	354	30 - 40
FLOUR EN BAS	193	0	FRAGIULIO	530	15 - 20
FOURCOURONNE	196	0	GENCO	543	40 - 50
POINTUE D'AUREILLE	190	0	MONTRONE	352	40 - 45
TARDIVE DE LA VERDIERE	195	0	OCCHIOROSSO	353	35 - 45
TOURNEFORT	191	0	RACHELE	214	15 - 20
			MINCONE	546	40 - 60
			SANTORO	532	15 - 20
			TUONO	219	15 - 35
			VUOI O NON VUOI	548	20 - 30

(1) Ces deux clones de CRISTOMORTO bien que introduits sous le même nom sont très différents. Le clone 210 à floraison très tardive a été utilisé comme géniteur dans nos croisements.

La population d'amandiers des Pouilles se distingue également par d'autres caractéristiques qui présentent un intérêt sur le plan agronomique, ce sont : un port et un type de fructification particuliers, peu ramifiés et une floraison généralement assez tardive.

La plupart des variétés des Pouilles que nous avons observées ont en effet des boutons floraux groupés en bouquets de mai et nous avons déjà vu l'intérêt que présentait cette caractéristique.

D'autres exemples de populations géographiques peuvent être encore cités : celles des variétés d'amandiers du Alto Douro dans le nord du Portugal est caractérisée par des fruits à coque dure, généralement gros et plats et un port très ramifié relativement pleureur des arbres. Citons dans ce groupe les variétés : VERDEAL, MARCELINA GRADA, PARADA.

Nous pouvons citer aussi le groupe d'amandiers tunisiens de la région de Sfax à fruits relativement épais, à coque tendre dont la variété type est CONSTANTINI.

Tous les écotypes que nous venons de mentionner ne se distinguent pas uniquement par des caractères morphologiques mais également par des caractères physiologiques comme l'époque de débourrement au printemps, l'époque de floraison, la sensibilité aux maladies cryptogamiques.

C'est ainsi que les variétés du groupe d'amandiers tunisiens débourrent et fleurissent très précocement, que les amandiers de la région de l'Ardèche débourrent tardivement et fleurissent tôt, que les amandiers des Pouilles fleurissent et débourrent tard. (fig.11)

Nous croyons qu'il est important de souligner que l'existence des diverses populations que nous venons de citer n'a pu être décelée que grâce aux vastes collections que nous avons rassemblées et à la méthodologie appliquée à leur observation. L'étude du comportement de quelques variétés représentant seulement les meilleurs types de chaque pays ne nous aurait pas permis de définir ces groupes. Les caractéristiques distinctes de chaque variété, isolée de sa population, auraient été considérées comme des particularités variétales.

Ceci est si vrai que les agronomes des différents pays qui n'ont étudié que les variétés locales sans les comparer à des variétés étrangères, ne semblent pas d'une part, avoir décelé l'existence de ces groupes géographiques et d'autre part, avoir estimé les caractéristiques particulières, souvent très intéressantes, de leurs propres variétés par manque de comparaison.

Dans la deuxième partie de notre étude, nous verrons au cours de l'observation des résultats de nos hybridations, l'intérêt que peuvent présenter ces groupes géographiques pour la recherche de géniteurs.

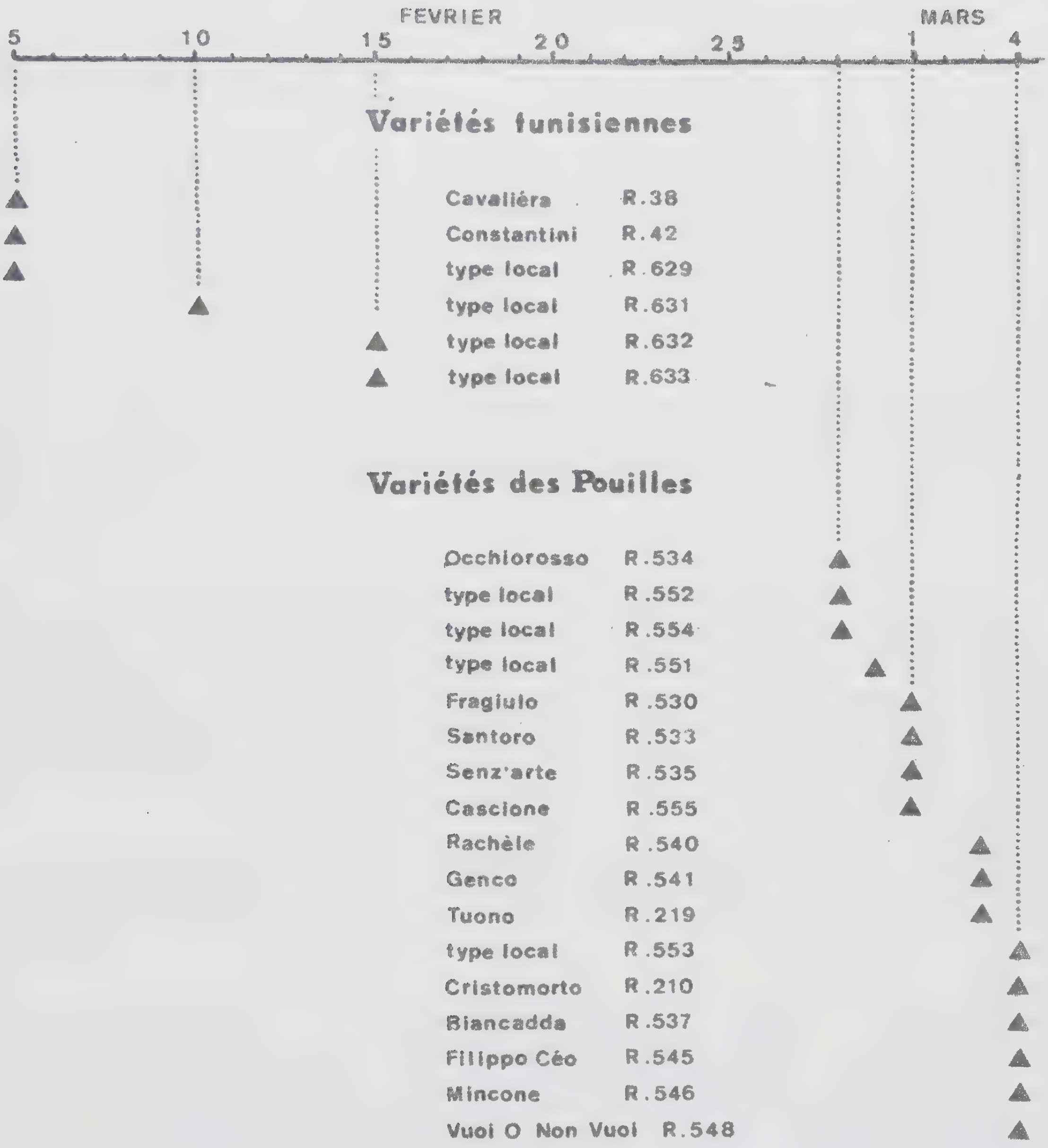


fig.11 Dates de début floraison des amandiers des populations tunisiennes et des Pouilles.

CONCLUSIONS DE LA PREMIERE PARTIE

Comparée à celle des principales espèces fruitières, l'évolution de l'espèce Amandier présente deux particularités principales.

D'une part, contrairement aux autres espèces fruitières comme le poirier, le pêcher, le pommier et le cerisier, habituellement multipliées par greffage, même dans les pays les moins évolués, l'Amandier a pendant très longtemps et dans la plupart des pays méditerranéens été multiplié par semis.

D'autre part, contrairement aux espèces Pêcher et Abricotier, habituellement autogames et dont les semis sont relativement homogènes, l'espèce Amandier est allogame et donne des semis diversifiés.

Pour ces différentes raisons, on ne peut comparer l'évolution de l'Amandier à celle des autres espèces fruitières, mais plutôt à celle de certaines espèces forestières. Tout au plus pourrait-on comparer son évolution à celle de l'espèce Myrobolan (<u>Prunus cerasifera</u>) qui, s'il fut dans les temps très reculés multiplié pour ses fruits, ne l'est pratiquement plus aujourd'hui.

L'Amandier s'est donc adapté par sélection naturelle et humaine aux diverses conditions de milieu des pays méditerranéens, s'enfonçant plus ou moins à l'intérieur des continents.

Nous trouvons actuellement dans ces différentes régions
véritables populations géographiques d'ancienneté et d'impor-
nce variables, dont les pourtours sont difficiles à établir,
s dont les caractéristiques générales peuvent être assez défi-
n.s. Ces écotypes sont formés de semis issus de croisements entre
i.vidus génétiquement proches, eux-mêmes issus de géniteurs d'au-
t. moins nombreux que l'on s'éloigne du centre d'origine de l'es-
pè.

L'existence de ces populations n'a pu être décelée qu'en
rai. du vaste rassemblement variétal entrepris à la Station de

Recherches d'Arboriculture Fruitière de la Grande Ferrade à la suite d'introductions en provenance des principales régions de production ou de prospections effectuées dans ces mêmes régions et ayant permis de rassembler plus de cinq cents clones.

L'observation des principaux caractères morphologiques tels que l'aspect du bourgeon floral, de la fleur, du fruit et de la feuille et des caractères physiologiques comme l'époque de floraison et de débourrement, liés au besoin de froid des variétés, de l'époque de maturité et de la sensibilité aux maladies, nous ont permis de constater la très grande variabilité de cette espèce.

Nous avons pu également choisir pour l'immédiat les meilleures variétés pour les conditions de culture de Provence, établir les caractéristiques souhaitables de la variété idéale et déceler des génotypes pour notre programme d'hybridation.

D E U X I E M E   P A R T I E

AMELIORATION PAR HYBRIDATION

CHAPITRE I

REALISATION DES HYBRIDES INTERVARIETAUX

A - OBTENTION DES HYBRIDES

En raison de l'autoincompatibilité florale de l'amandier, l'ablation des pièces florales mâles n'est pas nécessaire au moment de l'hybridation. Il est indispensable cependant d'isoler les rameaux sur lesquels sont effectués les croisements pour éviter l'apport de pollen étranger par les insectes.

Cette protection est parfois réalisée par isolement complet de l'arbre sous une cage démontable en toile plastique armée. Des panneaux réglables, en grillage fin permettent de modifier l'aération ; une toile imperméable posée sur le toit de la cage évite les brusques changements de température. Un chauffage d'appoint est parfois utilisé sous cet abri, si nécessaire, pour remonter les températures inférieures à 0° C ou simplement pour maintenir au moment de la pollinisation et dans les heures qui suivent la température à un niveau plus favorable à la germination du pollen et à la fécondation.

La protection est souvent réduite à un simple isolement des rameaux pollinisés par ensachage, sous manchons de papier sulfurisé attachés aux deux extrémités. Très souvent, les rameaux sont ensachés avant l'ouverture des fleurs pour éviter une pollinisation incontrôlée ; au moment de l'hybridation, les sachets sont enlevés puis replacés après que le pollen choisi ait été apporté.

Le pollen qui doit être utilisé pour les hybridations est préparé à l'avance au laboratoire. Les fleurs des variétés choisies comme géniteurs mâles sont récoltées avant leur ouverture. Les anthères non déhiscentes sont prélevées à la pince ou par frottement sur un tamis à maille de 1,5 mm, elles sont ensuite mises à sécher en coupelles, sous dessicateur à chlorure de calcium pendant 48 heures environ.

Quand la variété choisie comme pollinisatrice fleurit naturellement après la variété choisie comme parent femelle, il est

nécessaire de " forcer " les rameaux en les plaçant en chambre chaude à 20 - 25° pour faire avancer l'évolution des boutons floraux.

Dès que le pollen est sec, il est placé en tube de verre, bouché et conservé à 0° C. A cette température il conserve sa faculté germinative pendant plusieurs semaines.

Au moment de l'hybridation, le pollen est apporté avec un pinceau sur le stigmate des fleurs épanouies si la pollinisation est effectuée sous cage ou sur des fleurs ensachées avant leur épanouissement ; si l'hybridation est réalisée sur des fleurs non ensachées avant leur ouverture, il est nécessaire d'ouvrir le bouton en écartant simplement les pétales ou bien d'éliminer à la pince ou aux ciseaux les sépales et les pétales constituant le sommet du bouton. Dès que le pollen a été déposé sur les différentes fleurs du rameau, celui-ci est placé dans son manchon et muni d'une étiquette portant la date de l'hybridation, le numéro de la variété pollinisatrice et le nombre de fleurs pollinisées.

Quelques semaines après la floraison, on procède à l'enlèvement de la cage ou des sachets puis, très rapidement à un premier comptage des fleurs fécondées, remarquables au grossissement très rapide des ovaires, alors que les fleurs non fécondées ne tardent pas à tomber.

On observe parfois en juin une chute de fruits, d'ordre physiologique, occasionnée souvent par une incapacité de l'arbre à nourrir tous ses fruits. Pour cette raison, une taille destinée à ne conserver sur l'arbre qu'une charge raisonnable de fruits est souvent pratiquée avant l'hybridation.

A maturité, les fruits sont récoltés et conservés au sec jusqu'à leur mise en stratification en hiver. La germination des semences hybrides d'amandier ne présentant aucune difficulté particulière, il n'est pas nécessaire de placer les embryons en culture sur milieu gélosé comme cela se pratique pour certaines espèces à maturité précoce dont les embryons sont parfois mal formés.

Les amandes sont stratifiées en chambre froide, ou à l'extérieur, dans les conditions naturelles de froid après avoir été mélangées à du sable, de la tourbe ou de la perlite humide. Cette stratification humide permet de lever la dormance des graines.

Les besoins en froid des semences varient selon les espèces : pour les pêchers, ces besoins sont d'environ cent jours ; ils varient pour l'amandier de quarante à soixante jours. Ces besoins semblent en effet variables en fonction des variétés ; c'est ainsi qu'ils sont d'environ quarante jours pour les semences de la variété CAVALIERA et d'environ soixante pour les semences de TEXAS.

L'aptitude à une germination rapide, conséquence d'une faible dormance des semences, semble liée à une faible dormance des bourgeons végétatifs de la variété mère. Nous constatons que les graines des variétés à débourrement précoce, originaires de Tunisie ou de Sicile comme CONSTANTINI et CAVALIERA, germent en effet plus rapidement que les variétés à débourrement tardif.

Il est possible que cette précocité de germination soit également liée à la précocité de floraison ; pour cette raison, nous repérons à la germination, à l'intérieur des différentes familles d'hybrides les plants en fonction de leur précocité afin d'étudier s'il existe par la suite une relation entre la précocité de germination et l'époque de débourrement et de floraison des arbres adultes. Si cette relation était démontrée, il y aurait dans cette technique un test de sélection précoce, qui nous permettrait d'éliminer très tôt un grand nombre d'individus et entraînerait un gain important de temps et de place.

KESTER (1969) en Californie a constaté l'influence des géniteurs mâles sur la rapidité de germination des semences hybrides d'une même variété femelle ; GREGORIAN (1972) après avoir observé la germination de nombreuses séries hybrides issues de croisements diallèles entre les variétés CAVALIERA, NEC PLUS ULTRA, AI, CRISTOMORTO, TEXAS confirme également cette observation.

Après leur mise en germination en terrine, les jeunes hybrides sont plantés au printemps en pleine terre et cultivés ainsi jusqu'à l'hiver suivant. Leur distance de plantation en pépinière est de 20 cms x 40 cms afin que leur développement à la fin de la première année soit d'environ 1 mètre à 1 m 20.
A ce moment-là, les jeunes hybrides sont plantés par séries de croisements, en parcelles d'observations, en lignes distantes de 5 mètres et un écartement de 2 m 50 sur le rang.

Le nombre d'hybrides par série varie généralement de trente à soixante. Nous avons en effet, au début de nos travaux préféré réaliser un plus grand nombre de combinaisons hybrides

plutôt que d'effectuer seulement une ou deux hybridations avec chacune un très grand nombre d'individus. Nous nous félicitons actuellement d'avoir préféré cette méthode qui nous a permis de déceler la valeur de quelques géniteurs et de constater également le peu d'intérêt de certains autres.

Après leur plantation, les hybrides sont cultivés normalement pendant deux années et ne font l'objet d'aucun traitement particulier. Ce n'est qu'à la troisième saison de végétation que les premières observations sont possibles.

Toutes nos observations ont été codifiées afin de simplifier le travail de notation et tous les caractères notés de 0 à 5 , la note 5 étant généralement donnée à la caractéristique agronomique intéressante. En effet, le nombre total d'hybrides réalisés depuis 1951 dépasse 2 000 et 150 à 400 nouveaux hybrides étant plantés chaque année, il était nécessaire de codifier les observations afin de pouvoir comparer les notations réalisées sur les arbres des diverses séries d'âges différents.

Tous les arbres sont donc observés systématiquement à partir de la troisième ou de la quatrième année et dès la sixième, l'arrachage des individus les moins intéressants commence. Cet éclaircissage continue pendant la septième et la huitième année, de telle manière qu'il ne reste plus à la huitième ou à la neuvième année que 5 à 10 % environ des hybrides.

A la fin de la neuvième ou dixième année, la parcelle est définitivement dégagée, les individus intéressants étant multipliés par greffage. Un à deux pour cent des hybrides sont finalement conservés et font l'objet d'une première multiplication, ils sont alors plantés soit en verger de collection, mélangés à des variétés en cours d'étude, soit plantés à raison de 5 à 20 arbres par clone en verger de comportement en comparaison avec des variétés classiques.

En raison du renouvellement progressif des parcelles d'hybrides, environ 4 à 600 individus sont notés annuellement et leurs récoltes pesées.

B - CARACTERES OBSERVES CHEZ LES HYBRIDES

Tous les ans, l'abondance de fleurs est notée sur chaque hybride, la note 0 correspondant à une induction florale nulle et 5 au maximum, correspondant à la notation de la variété MARCONA.

L'abondance de fruits est notée de la même manière en juin, elle permet de constater l'aptitude individuelle à la nouaison. Ces notes d'abondance de fleurs ou de fruits correspondent à des moyennes attribuées à l'ensemble de chaque arbre en tenant compte des différences que l'on observe généralement entre le côté sud toujours plus florifère que le côté nord.

L'époque de floraison est notée chez les hybrides d'une manière plus systématique et plus simple que chez les variétés. Alors que dans les collections variétales les différents stades d'évolution de la floraison sont observés au rythme de deux observations par semaine, chez les hybrides, l'observation est effectuée en une seule fois par une notation chiffrée : 0 correspondant aux individus les plus précoces (époque de DESMAYO) et 5 aux plus tardifs (époque de CRISTOMORTO).

A la récolte, les dates de maturité sont observées et les fruits pesés après écalage et séchage.

L'observation de la résistance aux maladies est effectuée le plus souvent à l'automne (taches de tavelure sur les rameaux et sur les feuilles et rouille sur le feuillage) généralement à la faveur des conditions climatiques favorables aux parasites ayant déclenché une attaque générale, par exemple après une époque pluvieuse.

D'autres caractères comme le port de l'arbre, la couleur et la dimension de la fleur, la forme des feuilles sont également observés.

L'ensemble de ces observations représente plus de dix observations par an pour tous les hybrides ; ces nombreux passages annuels totalisent donc pour les individus remarquables qui franchissent les éclaircissages successifs, une cinquantaine d'observations visuelles.

Deux mois environ après le séchage de la récolte, l'étude des fruits est effectuée : calcul du poids moyen, du rendement au cassage réalisé sur 50 fruits par hybride, estimation du pourcentage de graines doubles dans chaque lot et description de l'amandon. Pour ce dernier qui est en définitive le produit destiné au marché, la forme, la couleur, l'aspect des téguments sont notés selon les normes commerciales. Le marché recherche en effet des lots d'amandons non doubles, réguliers, de couleur claire et à pellicule (téguments) fine.

Nous allons maintenant examiner par séries de croisements, les différentes caractéristiques observées et nous essaierons de voir comment se sont transmis les caractères morphologiques et physiologiques des géniteurs que nous avons utilisés.

CHAPITRE II

HERITABILITE DES PRINCIPAUX CARACTERES MORPHOLOGIQUES

Pour chacun des caractères étudiés, nous avons représenté sous forme d'histogrammes de fréquence les différentes notations effectuées sur les hybrides des diverses séries ; chaque histogramme correspond à une série de croisements.

Pour chaque caractère étudié, nous comparerons les histogrammes correspondant à des séries possédant un géniteur commun ; il sera ainsi possible d'observer l'influence des différents parents.

Dans ces comparaisons, le géniteur commun a le plus souvent été utilisé comme parent femelle ; il arrive parfois qu'il ait été utilisé comme parent mâle mais nous pensons, après avoir jugé quelques séries de croisements réciproques,que le sens de l'hybridation n'a pas d'importance sur les caractéristiques des descendants.

Nous examinerons les différents caractères étudiés par ordre d'importance ; c'est ainsi que nous commencerons par les observations qui concernent le fruit. Les caractéristiques secondaires comme la dimension de la fleur ou du feuillage seront examinées par la suite.

A - DURETE DE LA COQUE

Nous avons vu lors de l'étude des variétés, que la dureté de la coque est la conséquence de l'épaisseur et de la densité de l'endocarpe. Cette dureté s'exprime généralement par un rapport de poids entre l'amande et l'amandon. Ce rapport exprimé en pourcentage est appelé rendement au cassage. Il s'obtient en effet en pesant une certaine quantité de fruits en coque, puis après leur cassage, les amandons correspondants.

Nous avons dans nos séries de croisements, utilisé des

géniteurs à endocarpe dur et donnant un rendement au cassage faible à moyen et d'autres à endocarpe mince et fragile, fournissant un rendement au cassage élevé. Nous allons donc examiner pour les différentes séries d'hybrides les histogrammes de fréquence et les rendements moyens au cassage de ces séries, en comparant entre elles celles qui possèdent un géniteur commun.

1 - Séries de croisements réalisées avec la variété ARDECHOISE.

Cette variété, utilisée dans la plupart de nos croisements pour sa très grande résistance aux maladies cryptogamiques du feuillage et des rameaux, a été croisée avec six autres variétés, la plupart du temps comme parent femelle mais parfois comme parent mâle.

La variété ARDECHOISE qui possède une coque très tendre et un rendement au cassage de 55 à 60 % a été croisée avec les variétés suivantes dont les caractéristiques sont rassemblées dans le tableau XII.

Tableau XII - CARACTERISTIQUES DES VARIETES CROISEES AVEC ARDECHOISE

Variétés	Origine	Endocarpe	Rendement au cassage
I.X.L.	californienne	tendre	50
TEXAS	californienne	1/2 tendre	45
AI	provençale	1/2 tendre	40
CRISTOMORTO	italienne	dur	28
MARCONA	espagnole	dur	26
BARTRE	inconnue	très dur	15

Si nous effectuons par série d'hybrides de chaque combinaison une moyenne générale du rendement au cassage des différents individus qui constituent la série, nous constatons que cette moyenne est souvent intermédiaire entre les rendements au cassage des deux géniteurs.

Nous constatons cependant que les moyennes des rendements au cassage des séries d'hybrides sont parfois plus proches de la moyenne géométrique que de la moyenne arithmétique que l'on pourrait établir entre les rendements au cassage des deux géniteurs. Nous constatons généralement une dominance plus ou moins marquée du caractère de dureté.(tableau XIII.)

Tableau XIII - MOYENNES DES RENDEMENTS AU CASSAGE DES SERIES D'HYBRIDES REALISEES AVEC LA VARIETE ARDECHOISE

Croisements	Rendements au cassage			
	Ardéchoise	de l'autre géniteur	Moyenne de la série	Nombre d'hybrides
ARDECHOISE x I.X.L.	55	50	50	29
ARDECHOISE x TEXAS	55	45	51	26
ARDECHOISE x AI	55	40	42	18
CRISTOMORTO x ARDECHOISE	55	28	32	41
MARCONA x ARDECHOISE	55	26	35	24
ARDECHOISE x BARTRE	55	15	24	66

Si nous observons les histogrammes de fréquence établis pour chaque série (figure 12), nous constatons que selon les géniteurs utilisés, ils correspondent à des distributions de deux types : ils sont parfois voisins d'une distribution normale de GAUSS, c'est le cas des séries ARDECHOISE x I.X.L., ARDECHOISE x TEXAS ainsi que celles d'ARDECHOISE x AI et CRISTOMORTO x ARDECHOISE. Parfois, les histogrammes correspondent à des distributions bimodales, c'est le cas des deux séries MARCONA x ARDECHOISE et ARDECHOISE x BARTRE.

Dans le cas des distributions normales, nous estimons que les géniteurs I.X.L., TEXAS et CRISTOMORTO sont relativement homozygotes pour le caractère de dureté de la coque. Dans les croisements : ARDECHOISE x I.X.L. et ARDECHOISE x TEXAS, nous constatons que les distributions normales de ces deux séries ne comprennent pratiquement que des coques tendres. Nous pouvons donc penser qu'ARDECHOISE, I.X.L. et TEXAS, toutes les trois variétés à coque tendre ou demi-tendre sont homozygotes pour ce caractère qui semble recessif.

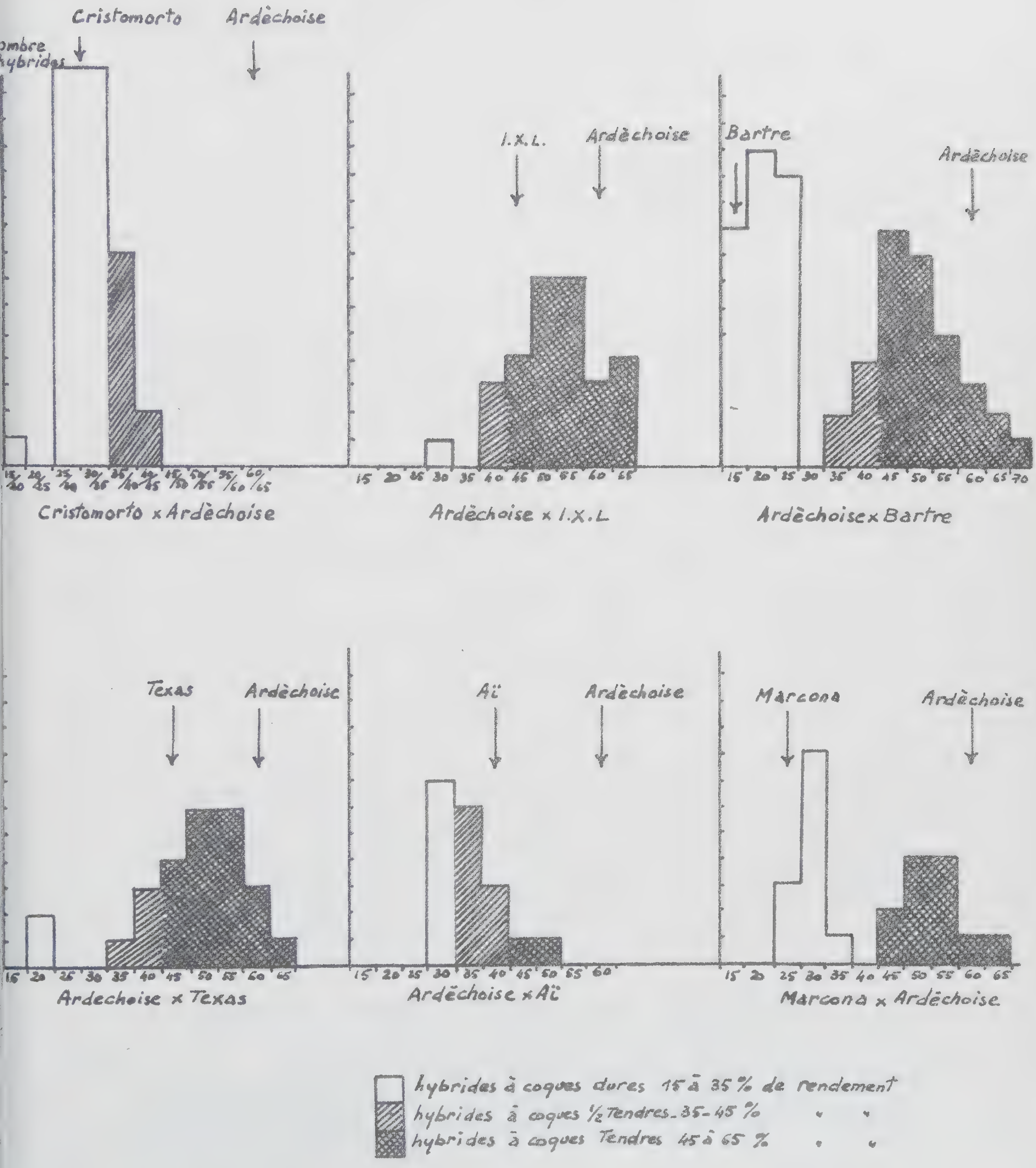


fig.12 Pourcentage de rendements au cassage des hybrides de la variété ARDECHOISE

Les hybrides du croisement CRISTOMORTO x ARDECHOISE ont tous des fruits à coque dure. Le géniteur CRISTOMORTO, issu de la population d'amandier de la région des Pouilles, ne comprenant que des variétés à coque dure a donc transmis ce caractère, ce qui nous permet de penser que le caractère " coque dure " est dominant.

Dans les croisements MARCONA x ARDECHOISE et ARDECHOISE x BARTRE, nous constatons en même temps qu'une distribution bimodale du rendement au cassage, une grande hétérogénéité de classe qui nous confirme l'état hétérozygote de ces deux variétés pour ce caractère.

Si nous dénombrons les individus répartis dans les deux histogrammes de ces croisements, nous constatons que la proportion des hybrides groupés dans chacune des pyramides est de 1 - 1 : 32 - 34 dans le croisement ARDECHOISE x BARTRE, 12 - 12 dans le croisement MARCONA x ARDECHOISE.

On constate donc que le caractère de coque dure parait se comporter comme un caractère simple selon une distribution mendelienne. Nous pourrions dénommer ce caractère D et supposer que les géniteurs utilisés sont du génotype suivant :

ARDECHOISE	d d
I.X.L.	d d
TEXAS	d d
CRISTOMORTO	D D
MARCONA	D d
BARTRE	D d

La réalité n'est cependant pas aussi simple car si nous examinons l'étalement des histogrammes de fréquence et le cas du croisement ARDECHOISE x AI qui donne une distribution normale intermédiaire entre les coques tendres et les coques dures, nous pouvons tout au plus conclure que le caractère de dureté de la coque est probablement comme la plupart des caractères de l'Amandier d'ordre polygénique, mais qu'en raison de gènes majeurs il se comporte comme un caractère simple.

2 - <u>Séries de croisements réalisées avec la variété AI</u>

Cette variété a été utilisée dans quatre séries de croisements en raison de la bonne qualité de son fruit, de son absence de graines doubles et de sa tardivité de floraison. Elle a été choisie soit comme géniteur mâle, soit comme géniteur femelle dans les croisements suivants :

ARDECHOISE x AI
AI x TEXAS
CRISTOMORTO x AI
MARCONA x AI

Si nous rassemblons les moyennes générales des rendements au cassage de chacune des séries d'hybrides, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau XIV MOYENNES DES RENDEMENTS AU CASSAGE DES SERIES D'HYBRIDES REALISEES AVEC LA VARIETE AI

Croisements	Rendements au cassage			Nombre d'hybrides
	de AI	de l'autre géniteur	Moyenne de la série	
CRISTOMORTO x AI	40	28	30	33
ARDECHOISE x AI	40	55	42	18
MARCONA x AI	40	26	33	150
AI x TEXAS	40	45	38	26

Nous constatons que les moyennes des séries se situent environ entre celles des parents avec une certaine tendance à se rapprocher du géniteur le plus dur.

Les histogrammes de fréquence de ces séries (figure 13) montrent en général l'aspect de distributions normales, la série la plus homogène étant celle réalisée avec la variété CRISTOMORTO. Cette observation confirme l'état de relative homozygotie de cette variété pour le caractère de " coque dure " déjà constaté dans le croisement CRISTOMORTO x ARDECHOISE.

3 - Séries de croisements réalisées avec la variété CRISTOMORTO

La variété CRISTOMORTO, originaire de la population des Pouilles en Italie a été choisie comme géniteur en raison de sa très grande tardivité de floraison. Elle a été croisée avec les variétés ARDECHOISE et AI dont les hybrides ont déjà été examinés et avec la variété A LA DAME. Les résultats des deux premières séries seront repris pour être comparés à ceux de la série CRISTOMORTO x A LA DAME dans le tableau XV.

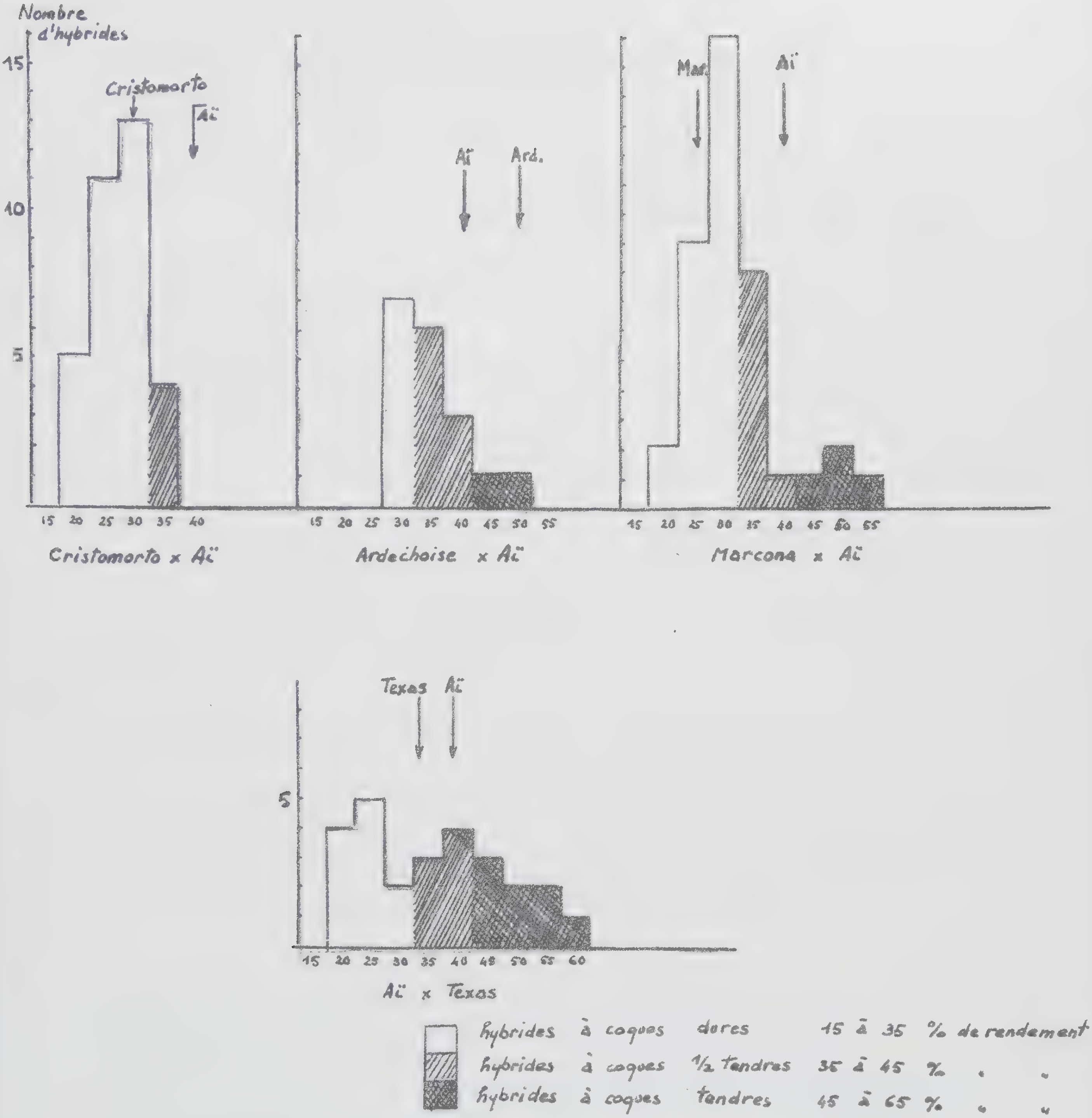


fig.13 Pourcentages de rendement au cassage des hybrides de la variété AI

Tableau XV - MOYENNES DES RENDEMENTS AU CASSAGE DES SERIES D'HYBRIDES REALISEES AVEC LA VARIETE CRISTOMORTO

Croisements	Rendements au cassage			
	CRISTOMORTO	du géniteur	Moyenne de la série	Nombre d'hybrides
CRISTOMORTO x AI	28	40	30	33
CRISTOMORTO x A LA DAME	28	30	26	33
CRISTOMORTO x ARDECHOISE	28	55	32	41

Nous constatons que le rendement au cassage moyen de la série CRISTOMORTO x A LA DAME est inférieur à celui du géniteur CRISTOMORTO. L'histogramme (figure 14) montre la transgression vers la dureté ; ceci semble confirmer que le caractère considéré est d'ordre quantitatif; la variété A LA DAME, phénotype à coque demi-dure se comporte comme un génotype à coque dure.

4 - Séries de croisements réalisées avec la variété MARCONA

Nous avons réalisé deux séries d'hybrides avec la variété MARCONA, Cette variété, d'origine espagnole avait été choisie en raison de sa mise à fruit précoce, de sa très grande productivité et de sa très bonne adaptation à des milieux divers. Elle a été croisée avec les variétés AI et BARTRE.

Si nous examinons les histogrammes de fréquence des rendements au cassage de ces deux séries (figure 14) nous constatons que la répartition des hybrides de la série MARCONA x AI s'établit selon une distribution presque normale ; la série MARCONA x BARTRE montre par contre une distribution bimodale confirmant les observations effectuées sur les séries ARDECHOISE x BARTRE et ARDECHOISE x MARCONA.

Dans le cas de la série MARCONA x BARTRE, toutes deux variétés à coque dure, nous obtenons une proportion de 3/4 d'hybrides à coque dure et 1/4 à coque tendre (20 et 7), ce qui correspond parfaitement à la loi de séparation indépendante des caractères. Cette constatation permet de confirmer que les variétés

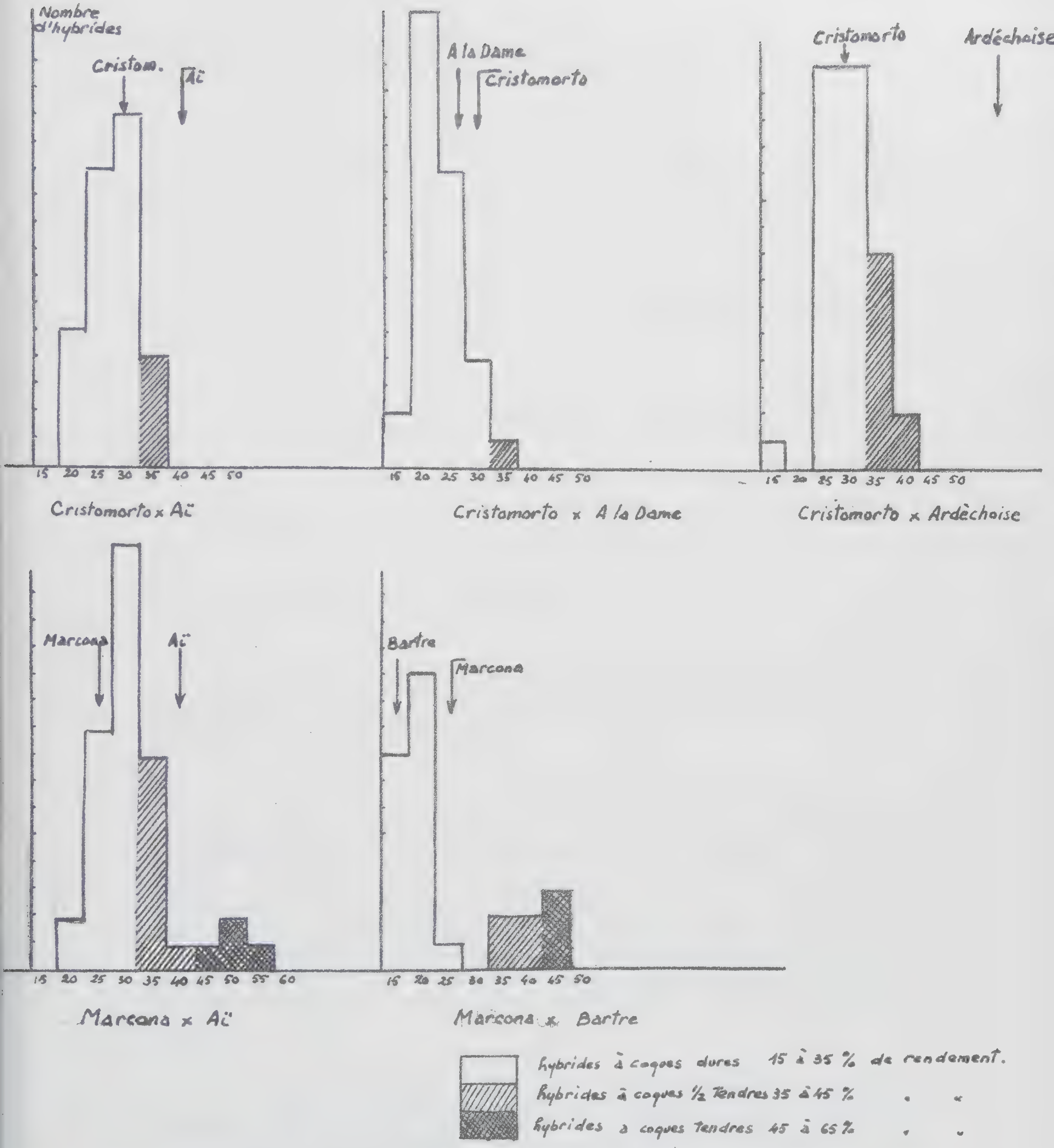


fig. 14 _ Pourcentages de rendement au cassage des hybrides des variétés CRISTOMORTO et MARCONA

MARCONA et BARTRE sont toutes deux dures hétérozygotes et que ce caractère de dureté se comporte comme un caractère simple.

Après avoir examiné les résultats de ces quatre séries de croisements, représentant au total dix combinaisons, il parait possible de conclure que le caractère de coque dure chez l'Amandier est dominant et le caractère tendre est récessif.

Les variétés ARDECHOISE, I.X.L., TEXAS se comportent comme des variétés homozygotes pour le caractère recessif coque tendre.

La variété CRISTOMORTO semble homozygote pour le caractère dominant coque dure.

Les variétés MARCONA et BARTRE se comportent comme des variétés hétérozygotes pour le caractère de coque dure.

B - PRESENCE D'UNE SEULE GRAINE DANS LE FRUIT

Nous savons que chez l'amandier, certaines variétés donnent des fruits à graines doubles (philippines ou jumelles) dans de fortes proportions ; d'autres par contre présentent toujours des fruits monospermes.

Chez les variétés qui produisent des graines doubles, on constate que les conditions de milieu ont une influence sur les pourcentages de fruits présentant cette anomalie. Ainsi on observe qu'à variété égale, la proportion de fruits à graines doubles est toujours plus élevée sous le climat de Bordeaux que dans la région méditerranéenne. Dans cette dernière région, nous observons certaines années et sur l'ensemble des variétés des proportions de fruits à graines doubles beaucoup plus élevées que d'autres ; ainsi, en 1971, cette proportion a-t-elle été très élevée.

Nous avons expliqué pour quelles raisons la présence d'amandons doubles était un caractère défavorable qui dépréciait les fruits de cette espèce. Certains géniteurs utilisés dans nos croisements, possédant malheureusement ce caractère, il nous a été possible d'observer la transmission de celui-ci. Nous avons

calculé pour chaque hybride le pourcentage de fruits présentant des amandons doubles et les moyennes de ces pourcentages, établies par série de croisement, que nous avons rassemblé dans le tableau suivant.

Tableau XVI - MOYENNES DES POURCENTAGES DE FRUITS A AMANDONS DOUBLES CHEZ LES GENITEURS ET LES SERIES D'HYBRIDES REALISEES AVEC LA VARIETE ARDECHOISE

Parents femelles	% de doubles	Parents mâles	% de doubles	% moyen pour les séries hybrides
ARDECHOISE	8 - 10	BARTRE	0	6
"	"	AI	0	7
"	"	TEXAS	15 - 30	10
"	"	I.X.L.	5 - 10	14
CRISTOMORTO	10 - 30	ARDECHOISE	8 - 10	13
MARCONA	0	"	"	6

L'observation de ce tableau permet de distinguer très nettement le classement des séries hybrides en deux groupes : d'une part les séries réalisées entre ARDECHOISE et les variétés ne possédant pas de fruits à amandons doubles (BARTRE, AI, MARCONA) dont les pourcentages moyens sont de 6 et 7 % ; d'autre part les séries réalisées entre ARDECHOISE et les variétés à amandons doubles (TEXAS, I.X.L., CRISTOMORTO) dont les pourcentages moyens de doubles varient de 10 à 14 %.

Si nous examinons les histogrammes de fréquence des pourcentages de doubles dans chaque série d'hybrides (figure 15), nous constatons que dans les combinaisons réalisées entre ARDECHOISE et des variétés à amandons doubles, non seulement la proportion d'hybrides à amandons doubles est plus importante que dans les croisements avec les variétés à amandons simples, mais encore que de nombreux hybrides de ces séries atteignent des proportions de doubles très importantes (40 à 50 %).

Si nous examinons ensemble les séries d'hybrides réalisées avec la variété AI, à amandons simples, nous observons que les moyennes des séries sont également variables selon les géniteurs.(tableau XVII).

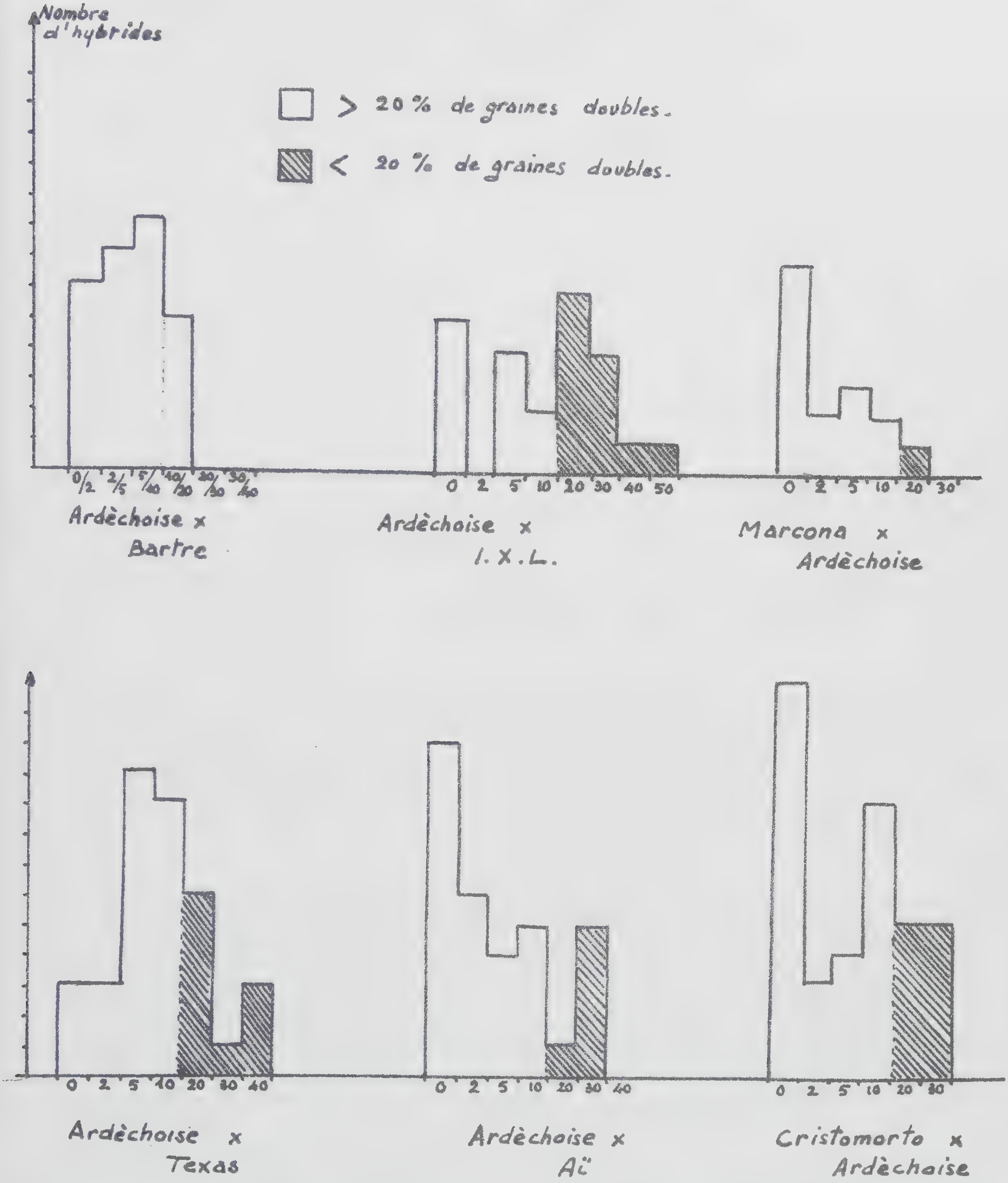


fig.15 Pourcentage de graines doubles dans les hybrides de la variété ARDECHOISE

Tableau XVII - MOYENNES DES POURCENTAGES DE FRUITS A AMANDONS DOUBLES CHEZ LES GENITEURS ET LES SERIES D'HYBRIDES REALISEES AVEC LA VARIETE AI

Parents femelles	% de doubles	Parents mâles	% de doubles	% moyen pour les séries hybrides
CRISTOMORTO	10 - 30	AI	0	5
ARDECHOISE	8 - 10	AI	0	7
AI	0	TEXAS	15 - 30	10
MARCONA	0	AI	0	3

L'observation de ce tableau nous permet encore de constater que les combinaisons de la variété AI, monosperme, croisée par des variétés à graines doubles donnent des séries d'hybrides dont les moyennes varient entre 5 et 10 %. La combinaison des deux variétés monospermes : MARCONA x AI donne une série d'hybrides dont la moyenne de fruits doubles est de 3 % seulement.

Si nous examinons les histogrammes de fréquence de ces quatre séries, nous constatons que dans les familles de croisements où les géniteurs ARDECHOISE et TEXAS ont été utilisés, nous trouvons un certain nombre d'hybrides présentant des pourcentages élevés de graines doubles dépassant parfois 20 % (figure 16).

Dans le croisement CRISTOMORTO x AI, nous observons assez peu d'hybrides à fruits doubles et ces hybrides en ont des pourcentages peu importants. Sachant que la variété CRISTOMORTO fait partie de la population d'amandiers de la région des Pouilles caractérisée par une forte proportion de doubles, et probablement homozygote pour ce caractère, il est possible de conclure à une certaine dominance du caractère " amandon simple " transmis par la variété AI elle-même issue de la population d'amandiers de Provence, caractérisée par l'absence d'amandons doubles.

Dans la série MARCONA x AI, nous constatons que la grande majorité des hybrides ne présente aucun amandon double. Ceux qui montrent ce caractère en ont des pourcentages très réduits.

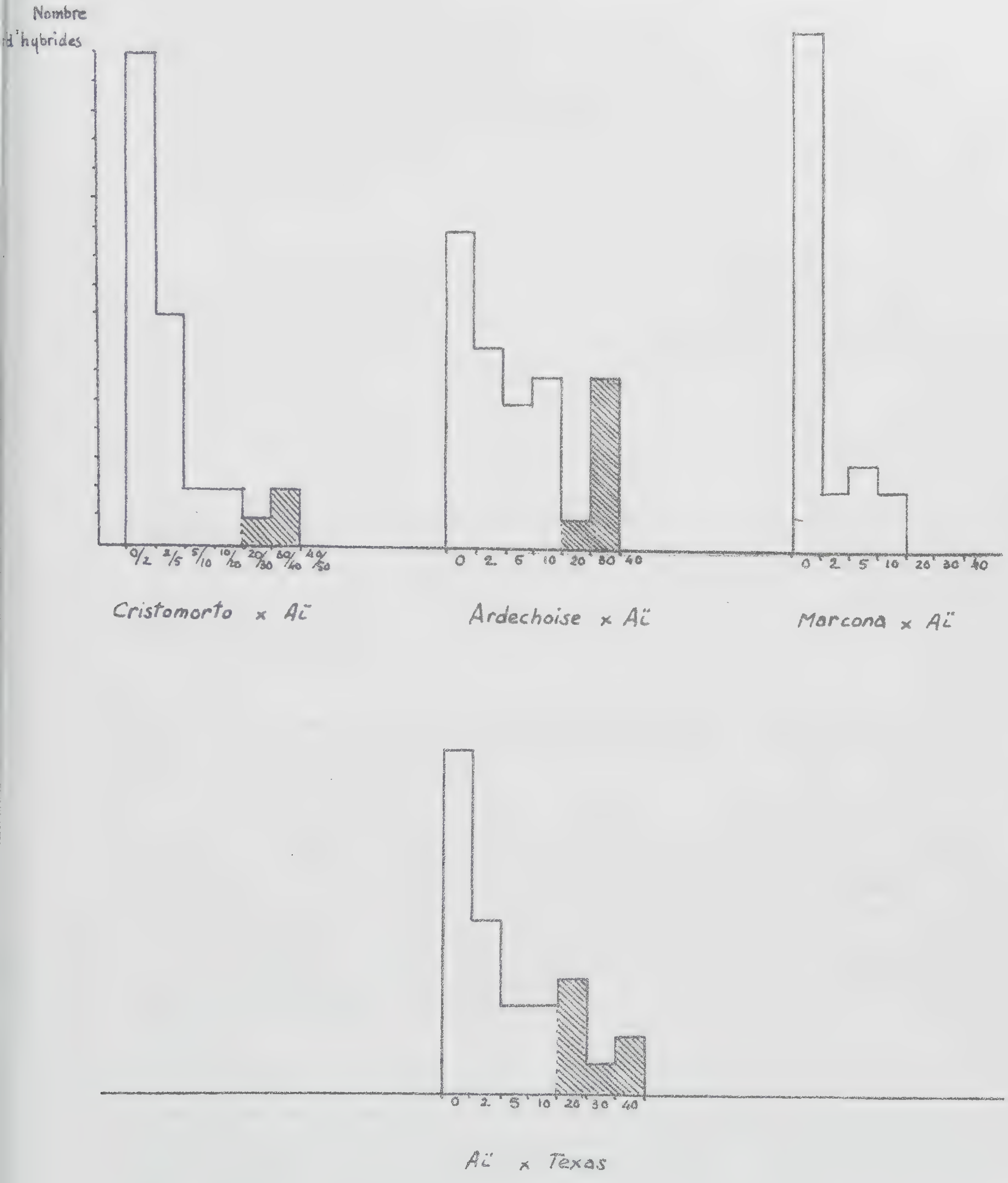


fig.16 - Pourcentage de graines doubles dans les séries d'hybrides de la variété Aï.

Le caractère " présence de graines doubles dans le fruit " est très probablement un caractère quantitatif. Nous avons constaté quand nous croisons entre eux des géniteurs qui présentent ce caractère (CRISTOMORTO, ARDECHOISE, TEXAS, I.X.L.), que non seulement un grand nombre d'hybrides héritent de ce caractère mais que la proportion de doubles chez les individus est élevé.

Par contre quand nous croisons un géniteur à graine double avec un autre à graine simple, la proportion d'hybrides à graines doubles diminue fortement. Certains géniteurs issus de populations locales à graine simple semblent transmettre une certaine dominance de ce caractère (AI et MARCONA).

C - GROSSEUR ET FORME DU FRUIT

Comme sur tous les arbres fruitiers, la grosseur du fruit chez l'amandier est fonction du nombre de fruits produits par l'arbre ; en année de très forte récolte, les fruits sont plus petits qu'en année de récolte faible. L'âge des arbres joue également un rôle dans la dimension des fruits, ceux-ci étant généralement plus gros quand l'arbre est jeune.

Nous comparons dans notre exposé des résultats observés sur des arbres de même âge situés dans un même milieu.

Chez l'amandier, la dimension de l'endocarpe n'est pas toujours liée à la dimension du mésocarpe, celui-ci pouvant être d'épaisseur très variable selon les variétés. Généralement, la dimension de la graine dépend assez étroitement de celle de l'endocarpe. Dans nos collections, les amandons (graines) ayant été mieux étudiés que les amandes (endocarpes), nous allons examiner comment se sont transmises les différentes caractéristiques des amandons dans les différents croisements.

Si nous avons consacré une attention particulière à ces dimensions de l'amandon, c'est en raison de l'importance de ses caractéristiques pour l'utilisation industrielle. D'après BERGER (1969), les différentes utilisations : dragées, fruits salés, amandes effilées, demandent des formes d'amandons particulières. La forme épaisse de MARCONA convient parfaitement à l'effilage, NON-PAREIL, FERRAGNES conviennent parfaitement à la fabrication de dragées.

En Californie, les amandes petites et épaisses comme NONPAREIL et un grand nombre de variétés nouvelles qui en sont issues, sont utilisées pour la chocolaterie ; désignées sous le nom de " bar type " elles ont fait l'objet d'un programme spécial d'amélioration par hybridation entrepris par KESTER et JONES en 1955.

Pour les différentes séries d'hybrides que nous avons étudiées, nous allons examiner les dimensions moyennes (hauteur, largeur et épaisseur) obtenues par mensurations de vingt graines de chaque hybride.

Hauteur : nous avons vu que par hauteur nous désignons la plus grande dimension du fruit ou de la graine, mesurée dans l'axe pédoncule - point pistilaire. Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les hauteurs moyennes des amandons des géniteurs et des différentes séries d'hybrides.

Tableau XVIII- HAUTEURS MOYENNES EN MILLIMETRES DES AMANDONS DES GENITEURS ET DES SERIES D'HYBRIDES

Géniteurs ♀	hauteur	Géniteurs ♂	hauteur	hauteur moyenne de la série F_1
AI	27,5	TEXAS	24,6	25,2
AI	27,5	ARDECHOISE	26,9	27,9
ARDECHOISE	26,9	TEXAS	24,6	26,7
ARDECHOISE	26,9	I.X.L.	26,7	28,7
ARDECHOISE	26,9	BARTRE	34,7	30,3
MARCONA	21,8	ARDECHOISE	26,9	27,1
MARCONA	21,8	AI	27,5	25,9
MARCONA	21,8	BARTRE	34,7	28,8
CRISTOMORTO	29,8	AI	27,5	28,2
CRISTOMORTO	29,8	ARDECHOISE	26,9	27,2
CRISTOMORTO	29,8	A LA DAME	27,2	29,0

L'examen du tableau XVIII nous permet de constater qu'avec un même géniteur femelle, la hauteur moyenne des amandons des séries d'hybrides varie d'une manière significative selon les géniteurs mâles utilisés. Les variétés TEXAS et MARCONA à fruits courts donnent des descendants dont les amandons ont une hauteur réduite. La variété BARTRE au contraire, à très grand amandon transmet une grande dimension à ses descendants (figures 17 et 18).

Largeur : Si nous examinons les largeurs moyennes des différentes séries d'hybrides présentées dans le tableau XIX, nous constatons que celles-ci varient également et parfois d'une manière importante selon les géniteurs utilisés.

Tableau XIX - LARGEURS MOYENNES EN MILLIMETRES DES AMANDONS DES GENITEURS ET DES SERIES D'HYBRIDES

Géniteurs ♀	largeur	Géniteurs ♂	largeur	largeur moyenne de la série F_1
AI	14,7	TEXAS	12,1	14,6
AI	14,7	ARDECHOISE	13,1	14,7
ARDECHOISE	13,1	TEXAS	12,1	12,2
ARDECHOISE	13,1	I.X.L.	14,5	14,7
ARDECHOISE	13,1	BARTRE	18,5	16,7
MARCONA	15,1	ARDECHOISE	13,1	15,7
MARCONA	15,1	AI	14,7	14,5
MARCONA	15,1	BARTRE	18,5	17,4
CRISTOMORTO	16,2	AI	14,7	14,6
CRISTOMORTO	16,2	ARDECHOISE	13,1	14,4
CRISTOMORTO	16,2	A LA DAME	13,2	14,7

L'examen de ce tableau nous indique que les hybrides issus de la variété BARTRE ont toujours un amandon très large ; les descendants de TEXAS et d'ARDECHOISE ont des amandons plus étroits. Les hybrides issus du croisement ARDECHOISE x TEXAS, toutes deux à amandons étroits donnent la largeur moyenne la plus faible.

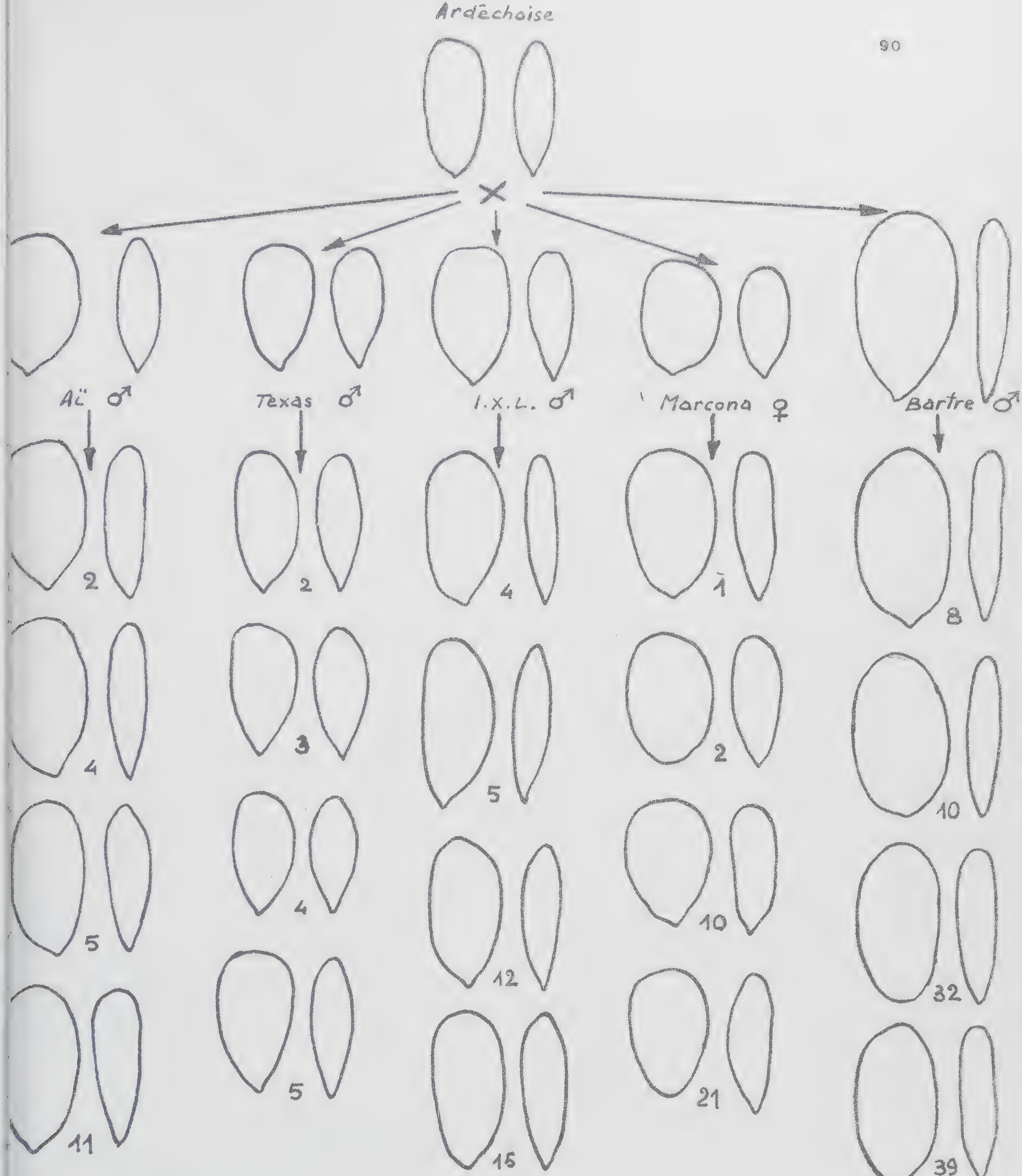


fig.17 Forme des amandons (faces et profils) des séries d'hybrides réalisées avec la variété ARDECHOISE.

Les chiffres placés sous les amandons correspondent à des numéros d'hybrides.

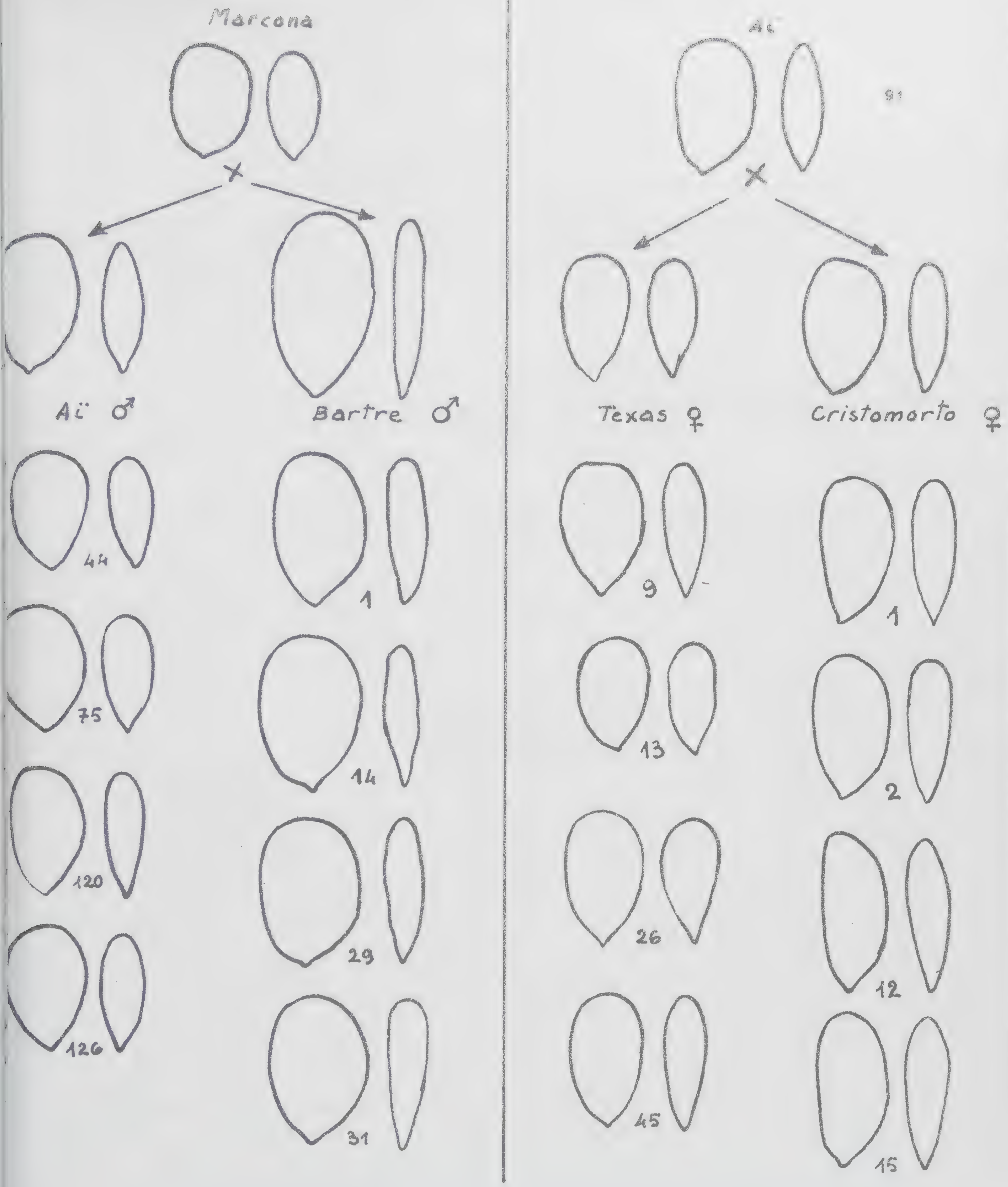


fig.18 Forme des amandons (faces et profils) des séries d'hybrides réalisées avec MARCONA et AÏ.

Les chiffres placés sous les amandons correspondent à des numéros d'hybrides.

Rapport $\frac{\text{Largeur}}{\text{Hauteur}}$ $(\frac{L}{H})$ - Si nous voulons préciser la forme des amandons, nous utilisons les rapports des dimensions largeur sur hauteur x 100 qui nous permettent de chiffrer la largeur relative. L'étude de ces rapports des dimensions des fruits est des noyaux a été mise au point par RODER (1940) et est utilisée par tous les pomologistes.

Nous avons donc calculé pour chaque hybride les rapports L/H x 100 puis établi des moyennes de ces pourcentages par série d'hybrides. Ces moyennes ainsi que celles des différents géniteurs sont rassemblées dans le tableau suivant.

Tableau XX - MOYENNES DES RAPPORTS L/H x 100 DES AMANDONS DES SERIES D'HYBRIDES ET DE LEURS GENITEURS

Géniteurs ♀	Rapport L/H	Géniteurs ♂	Rapport L/H	Rapport moyen de la série F_1
AI	55,3	TEXAS	55,9	57,9
AI	55,3	ARDECHOISE	47,7	52,6
ARDECHOISE	47,7	TEXAS	55,9	46,1
ARDECHOISE	47,7	I.X.L.	56,0	51,2
ARDECHOISE	47,7	BARTRE	59,1	55,1
MARCONA	64,7	ARDECHOISE	47,7	57,9
MARCONA	64,7	AI	55,3	57,7
MARCONA	64,7	BARTRE	59,1	60,4
CRISTOMORTO	54,2	AI	55,3	51,2
CRISTOMORTO	54,2	ARDECHOISE	47,7	52,8
CRISTOMORTO	54,2	A LA DAME	48,4	50,8

L'examen de ce tableau nous permet de constater que l'on retrouve dans les séries d'hybrides les caractéristiques des fruits des géniteurs. Les variétés MARCONA et BARTRE dont les rapports L/H sont élevés (voir figure 17 page 90), c'est-à-dire à amandons très larges par rapport à la hauteur, transmettent cette forme à leurs

descendants. Par contre les variétés à amandons étroits comme ARDECHOISE et surtout TEXAS amènent dans les familles hybrides un rapport L/H plus faible.

Rapport $\frac{\text{Epaisseur}}{\text{Hauteur}}$ $(\frac{E}{H})$ - De la même manière que nous avons calculé le rapport des dimensions largeur sur hauteur, nous établissons le rapport épaisseur sur hauteur qui nous permet d'exprimer l'épaisseur relative des amandons de chaque variété et les moyennes des différentes séries d'hybrides. Nous avons rassemblé ces caractéristiques dans le tableau XXI.

Tableau XXI - MOYENNES DES RAPPORTS E/H x 100 DES AMANDONS DES SERIES D'HYBRIDES ET DE LEURS GENITEURS.

Géniteurs ♀	Rapport E/H	Géniteurs ♂	Rapport E/H	Rapport moyen de la série F_1
AI	33,0	TEXAS	38,8	38,0
AI	33,0	ARDECHOISE	30,5	31,3
ARDECHOISE	30,5	TEXAS	38,8	33,2
ARDECHOISE	30,5	I.X.L.	36,0	27,1
ARDECHOISE	30,5	BARTRE	21,5	26,4
MARCONA	41,0	ARDECHOISE	30,5	32,4
MARCONA	41,0	AI	33,0	33,3
MARCONA	41,0	BARTRE	21,5	27,0
CRISTOMORTO	27,5	AI	33,0	28,0
CRISTOMORTO	27,5	ARDECHOISE	30,5	29,0
ARDECHOISE	27,5	A LA DAME	22,1	23,8

Nous constatons, en examinant ce tableau que certains géniteurs à rapport E/H élevé, c'est-à-dire à amandons épais comme MARCONA et TEXAS transmettent une épaisseur très marquée à leurs descendants. Au contraire, les variétés à amandons très minces comme BARTRE et A LA DAME, donnent des séries d'hybrides dont les amandons sont relativement plats.

Certaines particularités de formes des amandons ne peuvent être exprimées par les chiffres. On peut remarquer sur les figures 17 et 18 la forme pointue transmise par le géniteur TEXAS. Les hybrides du croisement ARDECHOISE x TEXAS présentent tous des fruits à amandes et amandons pointus (figure 19).

La variété MARCONA, très particulière par la base plate de son amande et la forme arrondie de son amandon transmet en partie ces caractères à ses descendants (figures 20 et 21).

On ne peut cependant conclure à des dominances car nous observons en réalité d'une part, une certaine variabilité entre les différents individus d'un même croisement, d'autre part, que ces caractéristiques sont influencés par les deux géniteurs.(figures 22, 23 et 24).

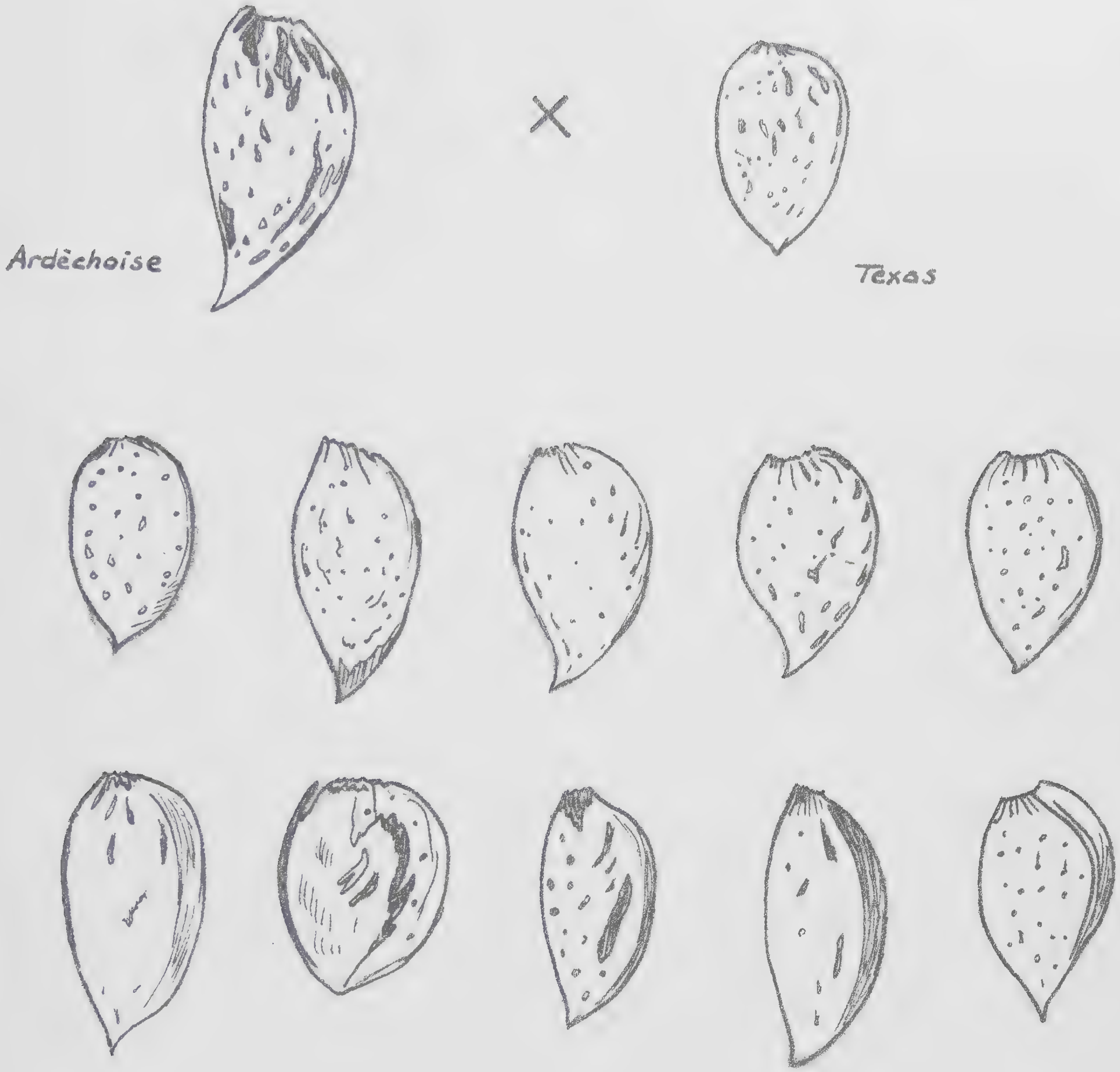


fig.19 Forme des amandes des hybrides ARDECHOISE x TEXAS.

fig.20Forme des amandes des hybrides Al x MARCONA.

fig.21. Forme des amandes des hybrides MARCONA x BARTRE.

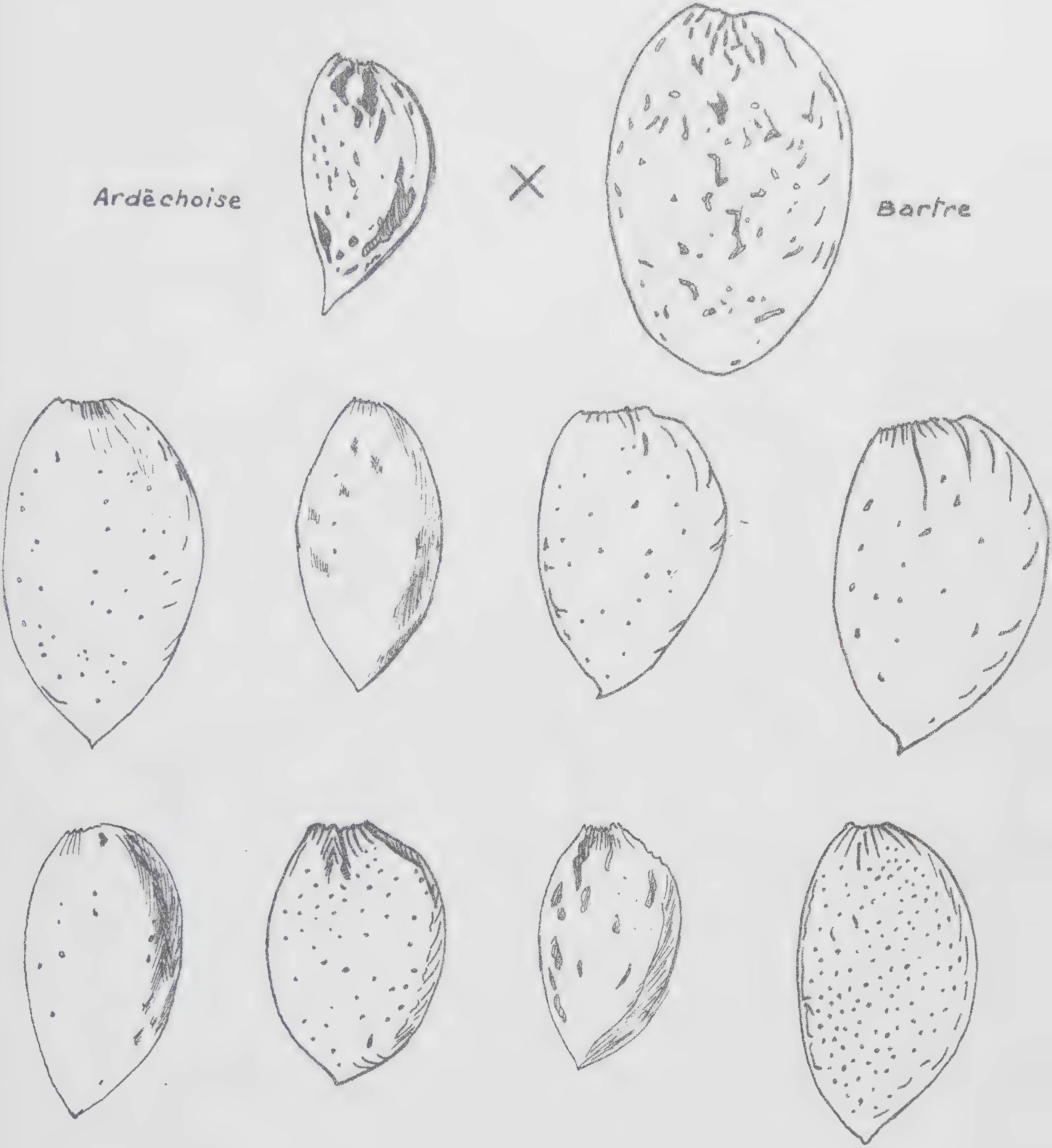


fig.22 Forme des amandes des hybrides ARDECHOISE × BARTRE.

fig.23 Forme des amandes des hybrides CRISTOMORTO x ARDECHOISE.

fig.24 Forme des amandes des hybrides CRISTOMORTO x AI.

D - PORT DES ARBRES

Le port naturel d'un arbre, conséquence de plusieurs facteurs, (dominance apicale, lignification du bois, vigueur, etc..) a une importance non négligeable en agronomie. Chez l'amandier dont la récolte peut être entièrement mécanisée par secouage, un port semi-vertical ou très légèrement ouvert, moyennement ramifié est recherché. La variété idéale étant représentée par TEXAS.

Au contraire, les ports retombants comme celui de DESMAYO, très touffus comme celui de AI ou de DRAKE, présentent des inconvénients importants en raison de la nécessité qu'ils entraînent d'effectuer très souvent des tailles sévères et des difficultés qu'ils présentent dans la formation des jeunes arbres.

On a souvent observé que les semis de certaines variétés, même issus de fécondation libre, héritaient du type de port de la variété mère. Ainsi les semis de DESMAYO présentent-ils tous le même port retombant, lié en partie à une certaine souplesse du bois. Les semis de la variété AI, présentent tous de très nombreuses ramifications secondaires grèles ; au contraire, les semis de BARTRE ont un port très dressé en raison des rameaux très épais et non ramifiés.

Cette influence des parents se retrouve dans les descendances hybrides (figures 25 et 26). Quand les deux parents appartiennent au même phénotype, les hybrides présentent d'une manière homogène et très accentuée, le caractère de port considéré. Ainsi, les descendants du croisement MARCONA x AI, ces deux variétés étant très ramifiées, à rameaux grèles retombants, présentent tous un port très buissonnant et retombant. Par contre, les hybrides des variétés ARDECHOISE x TEXAS ou ARDECHOISE x BARTRE, toutes à port assez dressé et peu ramifiées, présentent tous le type de port de leurs parents.

Quand les parents appartiennent à deux phénotypes différents, on constate généralement chez les hybrides un type de port intermédiaire. C'est le cas des hybrides ARDECHOISE x AI, CRISTOMORTO x AI, MARCONA x BARTRE.

Un autre exemple de transmission de type de port nous est donné par plusieurs descendances hybrides Pêcher x Amandier, réalisées avec une même variété de pêcher utilisée comme parent

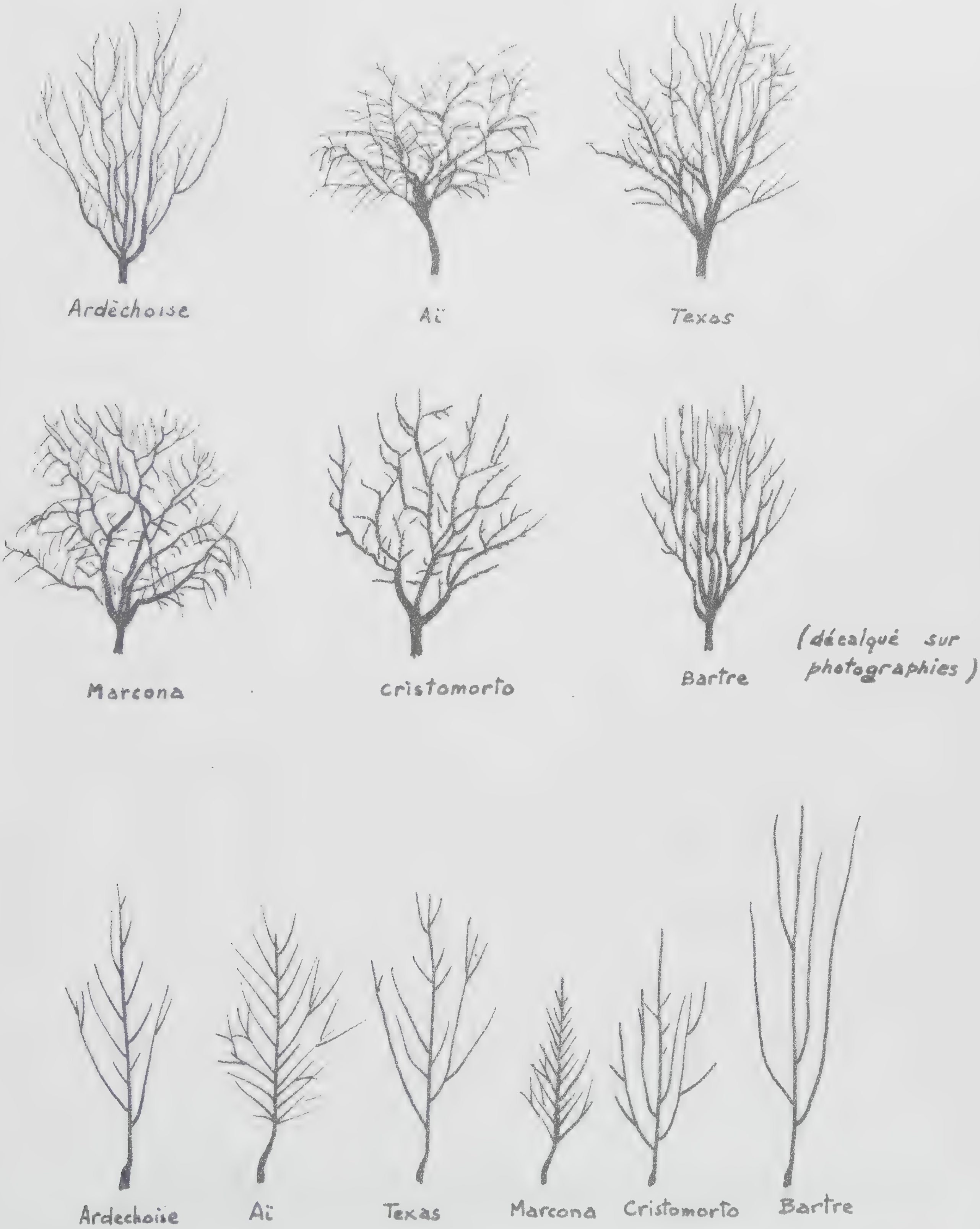


fig.25 Types de port des principales variétés utilisées comme géniteurs.
Arbres adultes et scions de 1 an.

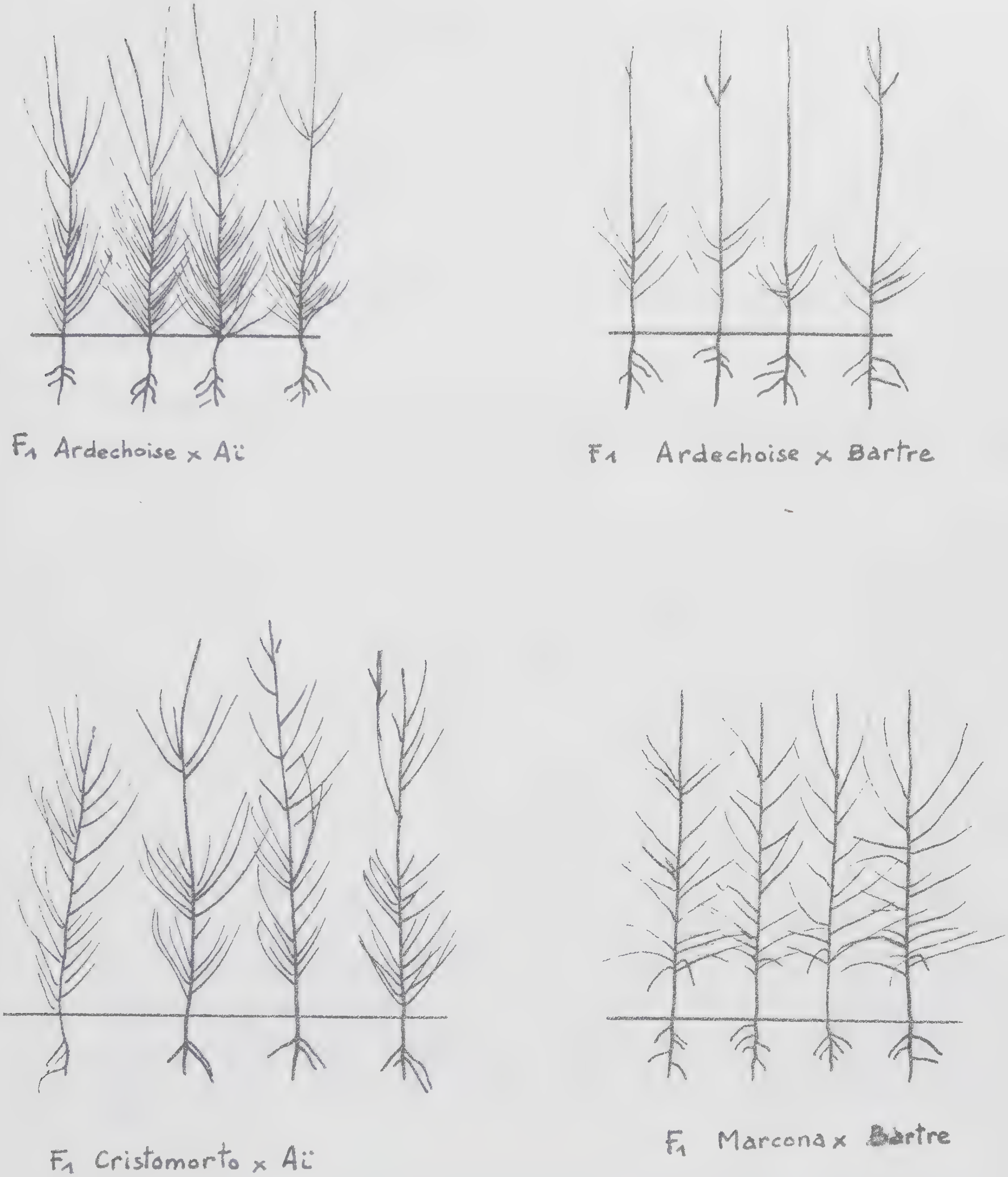


fig.26 Types de ramifications de jeunes semis hybrides de 1 an.
(décalqué sur photographie.)

femelle et plusieurs variétés d'amandier. Nous avons observé avec précision pour les différentes séries, le type de port, en comptant sur chacun des hybrides du même âge :

- le nombre de rameaux de un an ayant poussé sur les semis âgés de deux ans,
- la longueur des trois rameaux les plus vigoureux,
- l'angle d'insertion des rameaux sur la tige principale.

Les moyennes de ces mesures sont rassemblées dansle tableau suivant.

Tableau XXII - INFLUENCE DES GENITEURS AMANDIERS SUR LE TYPE DE PORT DE TROIS SERIES D'HYBRIDES REALISEES AVEC UNE MEME VARIETE DE PECHER

Combinaisons	Nombre moyen de rameaux	Longueur moyenne des 3 principaux rameaux	Angle moyen d'insertion
Pêcher x TEXAS	22,6	67,7	39°33
Pêcher x BARTRE	29,5	71,3	31°11
Pêcher x MARCONA	33,8	49,6	46°55

On constate que les hybrides Pêcher x TEXAS et Pêcher x BARTRE ont des ramifications moins nombreuses, plus longues et un port plus vertical se traduisant par un angle d'insertion plus fermé, que les hybrides Pêcher x MARCONA, qui présentent un nombre de ramifications courtes plus important et un port beaucoup plus ouvert. Cette transmission des caractères de port de l'arbre, observée ici dans des combinaisons interspécifiques, confirme bien les notations effectuées sur les hybrides inter-variétaux d'amandier.

Chez les hybrides d'amandier, nous avons, pour exprimer le type de ramification des arbres, effectué des observations et des mesures de trois rameaux par hybride. Ces trois rameaux d'un an, prélevés sur des arbres de quatre ans étaient situés dans des conditions identiques et mesuraient environ 0,80 à 1 mètre de long. Sur ces rameaux, les observations suivantes ont été réalisées:

- mesure de la longueur de la pousse de 1 an,
- comptage des rameaux secondaires.

Les moyennes de ces comptages ont été rassemblées dans le tableau suivant.

Tableau XXIII - TYPE DE RAMIFICATIONS DE DEUX SERIES D'HYBRIDES D'AMANDIER - NOMBRE MOYEN DE RAMIFICATIONS SECONDAIRES SUR RAMEAU DE L'ANNEE (pour une unité de longueur de 100 cm)

Géniteurs ♀	Moyenne	Géniteurs ♂	Moyenne	Moyenne de la série hybride
CRISTOMORTO	0	ARDECHOISE	3	3
CRISTOMORTO	0	AI	12	12

On constate que le géniteur AI transmet à ses hybrides sa grande aptitude à former dans la même année un grand nombre de ramifications secondaires sur les rameaux principaux. Il existe heureusement dans chaque série une variabilité suffisante pour que l'on puisse fixer par le greffage les individus présentant cet inconvénient à son niveau le plus faible. C'est ainsi que la variété FERRAGNES, issue de cette série CRISTOMORTO x AI est un des hybrides qui présente le plus petit nombre de ramifications secondaires de cette série.

Il est évident que tous les caractères qui modifient le type de port des variétés sont complexes et se transmettent de manière quantitative malgré la dominance apparente observée parfois dans quelques descendances.

E - CARACTERISTIQUES DE LA FEUILLE

Les caractéristiques du feuillage et en particulier les dimensions moyennes des feuilles sont des caractères distinctifs que nous avons utilisés dans l'étude des collections variétales. Les extrêmes de la variabilité observée parmi les principales variétés sont constituées par les feuilles de AI qui sont les plus petites et celles de BARTRE qui sont les plus grandes.

Même issus de pollinisation libre, les semis des variétés d'amandier montrent généralement des caractéristiques rappelant le type de feuillage de leur variété mère. Ainsi, les semis de la variété AI présentent un feuillage petit et étroit, ceux de DESMAYO des feuilles étroites et longues, ceux de BARTRE des feuilles longues et très larges.

Chez les hybrides de première génération, on retrouve cette influence des géniteurs qui se traduit par une dimension et une forme variables des feuilles selon les croisements.

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les dimensions moyennes des feuilles de chaque croisement, établies sur quarante hybrides de chaque croisement. Une feuille étant prélevée sur chaque hybride à un même niveau, les hybrides ayant le même âge et le même développement.

Tableau XXIV-DIMENSIONS MOYENNES (en mm) DES FEUILLES CHEZ LES HYBRIDES DE QUATRE CROISEMENTS D'AMANDIER

Croisements	Longueur moyenne	Largeur moyenne	$\frac{\text{Largeur}}{\text{Longueur}} \times 100$
MARCONA x AI	51,97	15,20	29,24
MARCONA x BARTRE	56,92	18,48	32,47
ARDECHOISE x I.X.L.	65,93	22,35	33,90
ARDECHOISE x BARTRE	77,28	27,22	35,23

On constate dans ce tableau que les dimensions moyennes des feuilles varient dans de grandes proportions en fonction des géniteurs. Pour un même parent femelle, on constate que le géniteur mâle influe d'une manière significative sur la longueur et la largeur moyenne. Le parent AI à feuilles petites et étroites donne des hybrides à feuilles de petites dimensions.

Le géniteur BARTRE a transmis dans les deux croisements où il est utilisé les grandes dimensions de son feuillage et un rapport largeur sur longueur élevé.

Ces observations ont été confirmées dans le cas des hybridations Pêcher x Amandier dont nous avons parlé précédemment, réalisées avec une même variété de Pêcher pollinisée par trois variétés d'Amandier. La variété de Pêcher est un hybride de G.F. 305, mâle-stérile par absence de pollen, utilisée comme géniteur femelle en raison de cette particularité qui permet de réaliser un grand nombre d'hybridations sans obligation de castrer les fleurs.

Les trois variétés d'Amandier utilisées comme parents mâles sont MARCONA, TEXAS et BARTRE, choisies en raison de leur phénotype assez différent.

Les dimensions moyennes des feuilles ont été calculées sur des nombres variant de 18 à 26 hybrides par croisement et sont rassemblées dans le tableau suivant.

Tableau XXV - DIMENSIONS MOYENNES DES FEUILLES D'HYBRIDES PECHER x AMANDIER ISSUS DE TROIS CROISEMENTS

Croisements	Longueur moyenne mm	Largeur moyenne mm	Surface moyenne mm2	$\frac{\text{Largeur}}{\text{Longueur}} \times 100$
Pêcher x MARCONA	79,44	20,56	10,36	25,88
Pêcher x TEXAS	93,26	26,55	15,26	25,26
Pêcher x BARTRE	113,23	33,10	24,13	29,23

On constate ici encore, chez ces hybrides réalisés avec une même variété de pêcher femelle, que les dimensions des feuilles varient selon le géniteur amandier utilisé. La variété BARTRE amène toujours des dimensions très supérieures du feuillage se traduisant par une surface double de celle des feuilles du croisement Pêcher x MARCONA.

Les caractéristiques de la feuille ne présentent évidemment pas un grand intérêt agronomique quand elles ne concernent que les dimensions, cependant d'autres particularités du feuillage ont une importance réelle ; résistance aux maladies cryptogamiques, liée très probablement à une structure particulière des couches épidermiques ou à la présence de cires ;

résistance à la sécheresse, liée sans aucun doute à la dimension ou au nombre des stomates. Il est probable que ces caractères dont nous n'avons pas encore abordé l'étude se transmettent également d'une manière quantitative dans les descendances hybrides.

Nous avons du reste déjà constaté chez les hybrides CRISTOMORTO x ARDECHOISE, un feuillage vernissé, hérité de cette dernière variété qui semble lié à la résistance aux maladies cryptogamiques du feuillage. (tavelure).

F - DIMENSION DE LA FLEUR ET NOMBRE D'ETAMINES

On ne trouve pas dans l'espèce Amandier de type bien défini de fleur comme dans l'espèce Pêcher. Dans cette dernière espèce, on rencontre en effet des variétés présentant des fleurs à petits pétales dites " campanulées " et d'autres à fleurs à grands pétales dites " rosacées ".

Nous savons d'autre part que chez le Pêcher, le caractère de dimension des pétales est un caractère monofactoriel, le type campanulé étant dominant.

Chez l'Amandier, on observe uniquement des fleurs de type rosacée avec toutefois une grande variabilité de dimension selon les variétés. Les deux extrêmes de cette variabilité étant la variété MARCONA à pétales très étroits et la variété BARTRE à pétales très grands et larges.

Les moyennes de ces dimensions : largeur et hauteur, effectuées sur les variétés utilisées comme géniteur sont les suivantes :

MARCONA	hauteur	15,3 mm	largeur	10,0 mm
ARDECHOISE	"	13,4	"	12,8
I.X.L.	"	14,4	"	12,3
CRISTOMORTO	"	14,6	"	13,0
BARTRE	"	19,4	"	18,5

L'observation des fleurs des hybrides F 1 a été réalisée de la manière suivante : 15 à 20 fleurs sont prélevées par hybride, un pétale par fleur est détaché et collé sur carton sous ruban adhésif. La conservation de ces pétales est ainsi assurée et les mesures facilement effectuées.

On constate que les moyennes des dimensions des pétales des hybrides de chaque croisement sont très différentes ; en particulier chaque fois que le géniteur BARTRE est utilisé, les moyennes des hauteurs et largeurs sont beaucoup plus élevées. (figures 27 et 28).

Tableau XXVI - DIMENSIONS MOYENNES DES PETALES DE QUATRE SERIES D'HYBRIDES D'AMANDIER

Croisements	Hauteur	Largeur	surface en mm 2 (1)
ARDECHOISE x BARTRE	16,4	17,8	291,9
ARDECHOISE x I.X.L.	14,9	13,1	195,2
MARCONA x BARTRE	20,5	17,0	348,5
MARCONA x ARDECHOISE	15,2	12,6	191,5

(1) - Surface correspondant au quadrilatère dans lequel le pétale est inscrit.

Nous avons présenté dans la figure 29, sous forme d'histogrammes de fréquence la distribution des dimensions des pétales de ces séries de croisements; nous constatons qu'avec le géniteur BARTRE, ce caractère de grande dimension semble dominant.

En ce qui concerne le nombre des étamines, nous avons constaté que leur nombre est toujours assez constant sur les fleurs d'une même variété et variait selon les individus de l'espèce Amandier de 20 à 40; chez la plupart des variétés ce nombre est cependant voisin de 30.

Chez les géniteurs que nous avons utilisés, le nombre moyen des étamines est le suivant :

CRISTOMORTO	20
ARDECHOISE	30
MARCONA	32
I.X.L.	33
BARTRE	42

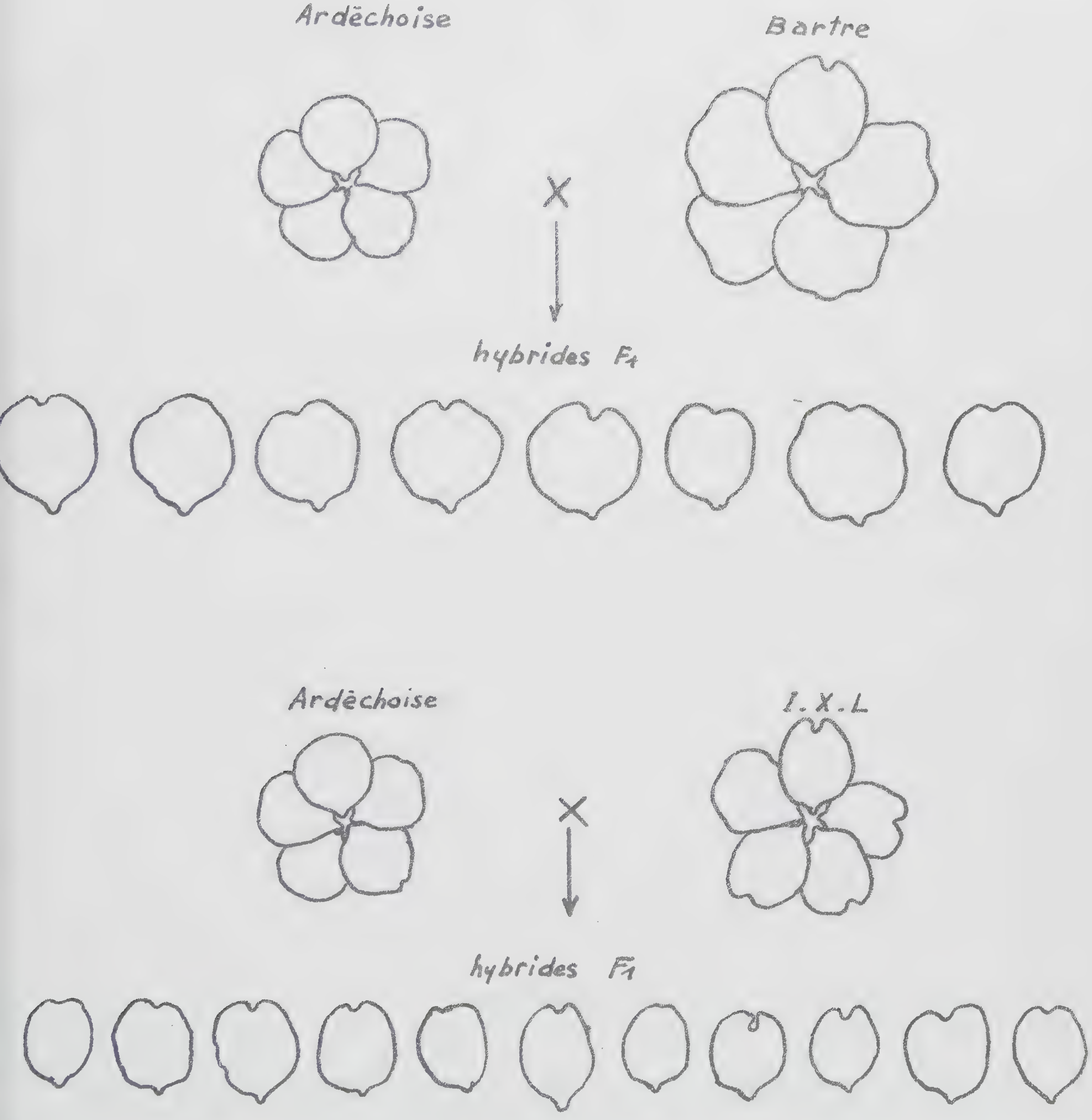


fig.27 Dimension des pétales chez les hybrides de la variété ARDECHOISE.
(Chaque pétale correspond à un hybride.)

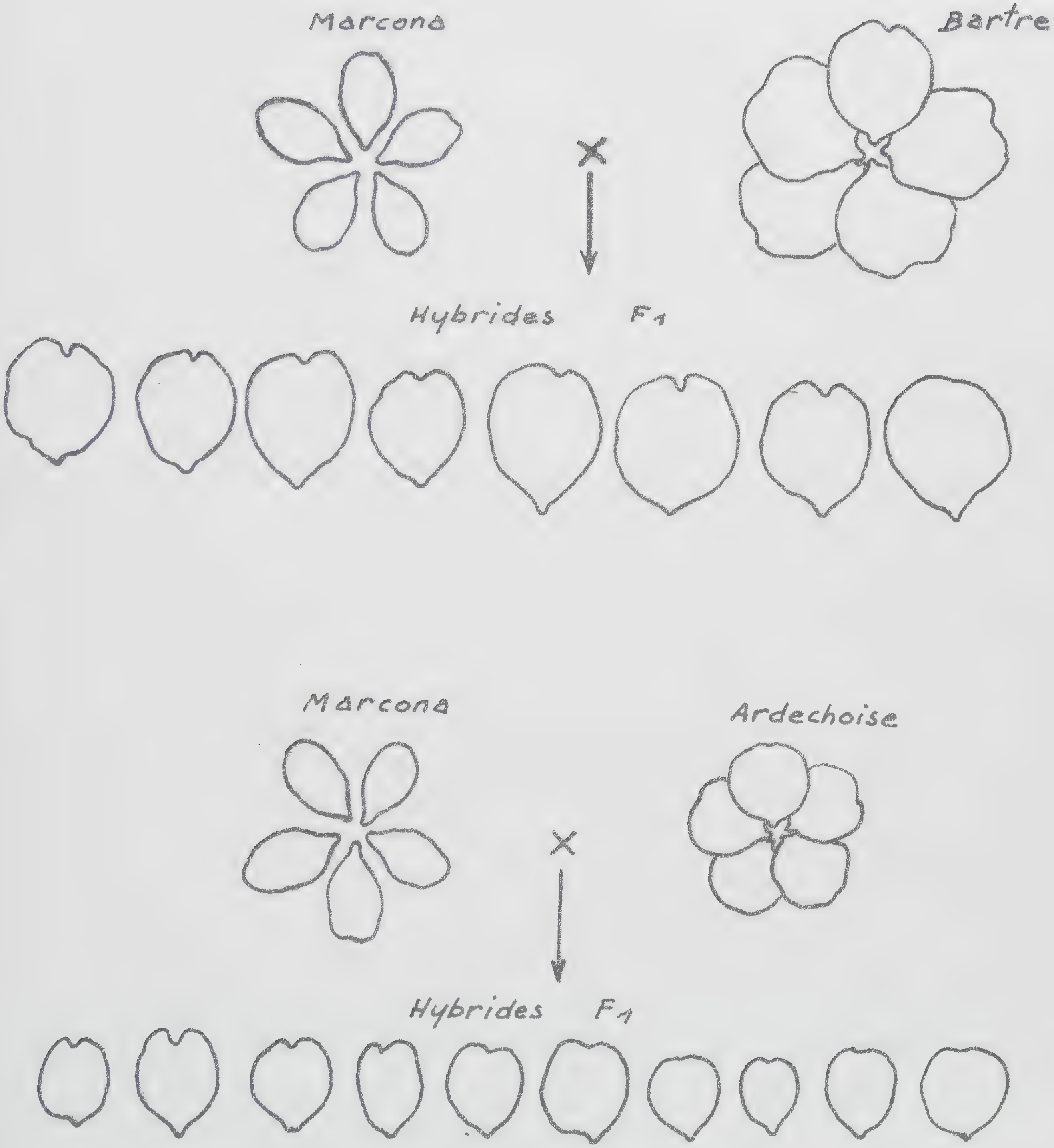


fig.28 Dimension des pétales chez les hybrides de MARCONA.
(Chaque pétale correspond à un hybride.)

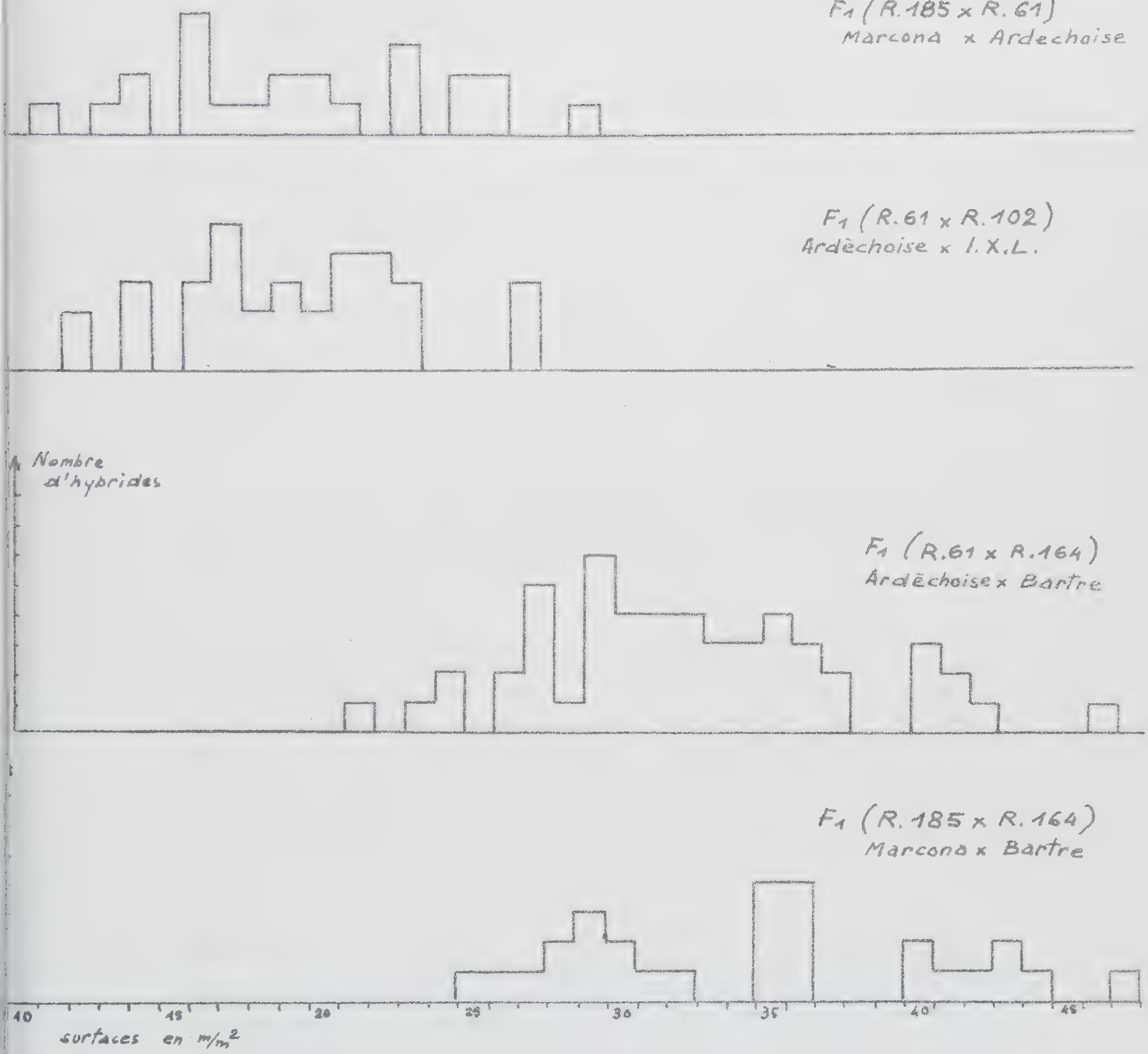


fig.29 - Dimension des pétales chez les hybrides d'amandier.
(surface en m/m^2 du quadrilatère contenant un pétale) (H.x L.)

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les nombres moyens d'étamines dans chaque série d'hybrides.

Tableau XXVII - NOMBRES MOYENS D'ETAMINES DE QUATRE SERIES D'HYBRIDES D'AMANDIER

Croisements	Nombres moyens d'étamines	Nombres extrêmes
MARCONA x ARDECHOISE	31,4	22 - 40
ARDECHOISE x I.X.L.	31,6	23 - 41
ARDECHOISE x BARTRE	40,1	34 - 47
MARCONA x BARTRE	43,6	33 - 43

Nous constatons que la variété BARTRE transmet un grand nombre d'étamines à ses descendants alors que les hybrides issus des croisements MARCONA x ARDECHOISE et ARDECHOISE x I.X.L. en ont des nombres très moyens. (figure 30).

Dans la figure 30, nous avons représenté, en plus des histogrammes de fréquence de ces quatre séries, celui d'une descendance F 2 de CRISTOMORTO x ARDECHOISE. On constate dans ce dernier histogramme, d'une part une disjonction plus étalée que dans les séries F 1, mais également une certaine proportion d'hybrides ayant des nombres d'étamines très faibles. On peut voir dans cette constatation une influence du géniteur CRISTOMORTO dont le nombre d'étamines est le plus bas que nous ayons observé chez les variétés d'amandier.

Remarque - Le cas de la variété BARTRE mérite d'être signalé.

Cette variété, d'origine supposée espagnole, présente pour l'ensemble de ses caractères un aspect très différent de toutes les autres variétés. Ses gros rameaux verticaux non ramifiés, son feuillage très grand et très large, la dimension particulièrement grande de ses pétales, le nombre de ses étamines et la grosseur de son fruit nous l'ont fait remarquer et nous ont fait supposer un état triploïde. Les dénombrements chromosomiques effectués par G. SALESSES ont infirmé cette hypothèse. Nous l'avons utilisée comme géniteur afin de mieux connaître son potentiel génétique et éventuellement retrouver dans ses

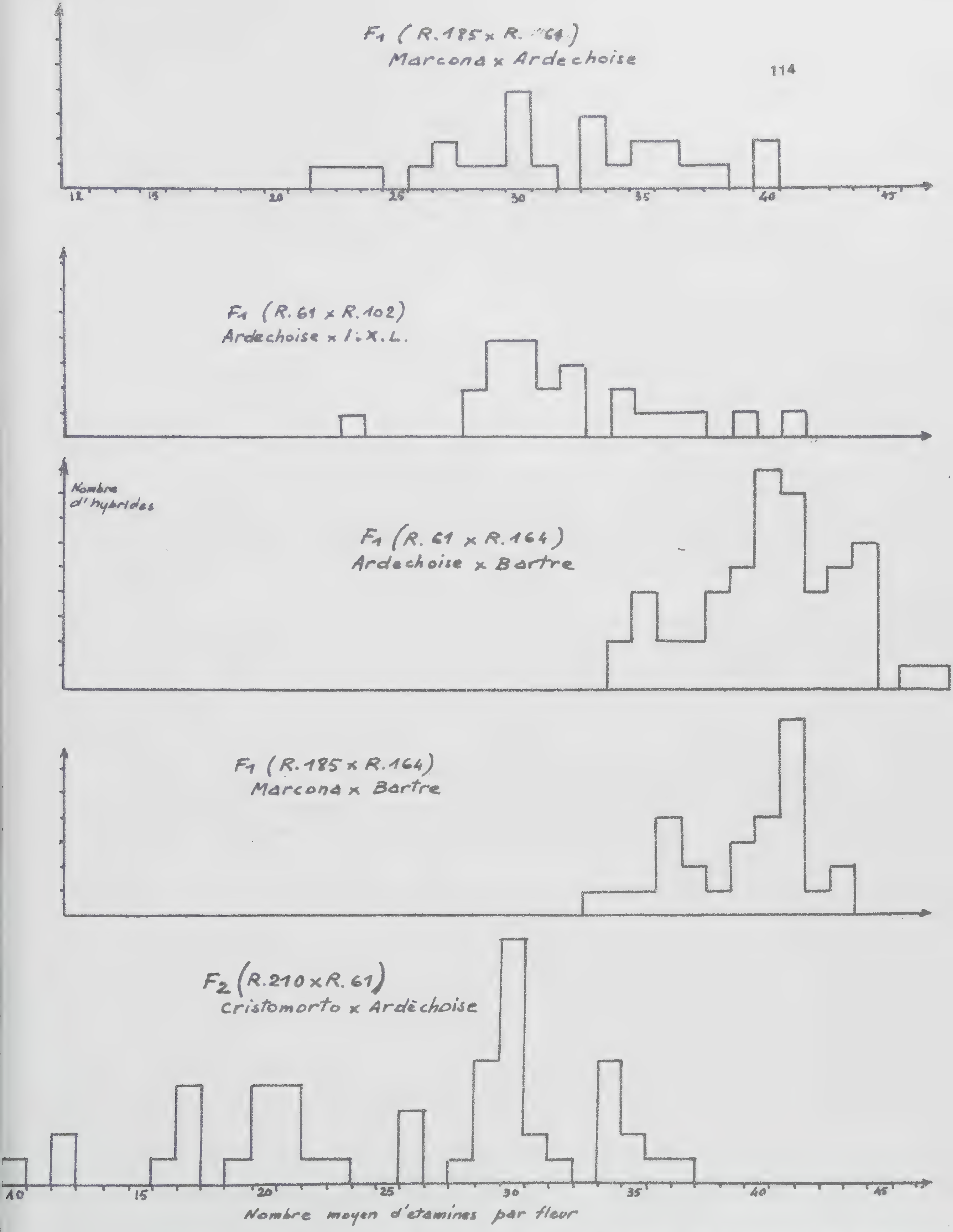


fig.30 Nombre moyen d'étamines par fleur chez les hybrides de quelques variétés d'amandier.

hybrides quelques-uns de ses caractères comme la grosseur de ses fruits. Nous pensons avoir retrouvé dans certains de ses descendants des formes très proches de variétés espagnoles connues comme MALAGUENA ce qui confirmerait l'origine espagnole de BARTRE.

En conclusion, nous pouvons dire que la plupart des caractères morphologiques étudiés : présence d'une seule graine dans le fruit, dimension du fruit, port des arbres, dimension de la feuille et de la fleur et même la dureté de la coque sont surement d'ordre polygénique et se transmettent de manière quantitative.

Nous observons pour ces caractères, exception faite pour la dureté de la coque, une distribution normale dont la moyenne correspond à la moyenne arithmétique des valeurs des deux parents.

Pour la dimension des fleurs transmise par BARTRE, nous observons une distribution atypique dont la moyenne correspond à la moyenne géométrique des valeurs des deux géniteurs, comme s'il y avait dominance du caractère " grand pétale ".

CHAPITRE III

HERITABILITE DES CARACTERES PHYSIOLOGIQUES

Après l'étude des caractères morphologiques concernant en particulier le fruit et les divers éléments de l'arbre, les caractères physiologiques présentent la plus grande importance puisqu'ils conditionnent la productivité, la résistance aux maladies, l'époque de floraison et l'époque de maturité.

Nous aborderons chacun de ces caractères dans l'ordre d'importance qu'ils paraissent présenter au point de vue agronomique.

A - RAPIDITE DE MISE A FRUIT ET ABONDANCE DE FLORAISON

Quand on compare des jeunes arbres greffés de diverses variétés d'amandier, on constate que certains présentent dès la deuxième année qui suit la plantation, un nombre de boutons floraux beaucoup plus important que d'autres. Cette précocité de " mise à fruit " est actuellement recherchée chez toutes les espèces fruitières et l'Amandier n'échappe pas à cette règle.

La variété MARCONA est la variété type de cette rapidité de mise à fruit car elle présente, même après la première année de greffage un grand nombre de boutons floraux. Par contre, chez d'autres variétés placées dans des conditions identiques, il faut attendre la quatrième ou cinquième année avant d'observer une importance de floraison égale.

Chez les semis d'amandier, la période juvénile, comprise entre la germination et la première mise à fruit est relativement courte comme chez le Pêcher. La formation des boutons floraux qui est influencée par le développement du jeune semis, s'effectue généralement à partir de la troisième année mais cette première floraison est cependant irrégulière et certains semis, dans des conditions identiques de milieu, ne se mettent à fleur que quelques années plus tard.

Dans les parcelles d'étude des hybrides, l'observation systématique de la floraison des semis F 1, comme celle de tous les caractères, débute à la quatrième année de végétation en verger. Ces hybrides sont cependant en réalité dans leur cinquième année puisqu'ils ont végété une année en pépinière de semis.

Cette abondance de floraison chez les jeunes hybrides est notée de 0 à 5, 0 correspondant à l'absence de fleurs et 5 représentant la note maximum. L'ensemble de ces notations est rassemblé dans des histogrammes de fréquence pour les diverses combinaisons d'hybridations réalisées. Quand nous observons ces histogrammes, nous constatons que les géniteurs utilisés transmettent d'une manière quantitative cette aptitude à produire précocement une plus ou moins grande quantité de fleurs.

Ainsi, chez les hybrides de la variété ARDECHOISE, pollinisée par trois variétés différentes : I.X.L., MARCONA et BARTRE, on constate que la note moyenne la plus élevée est obtenue avec le géniteur MARCONA et la moyenne la plus faible avec le géniteur BARTRE.

Si nous observons pendant trois années consécutives l'évolution de l'abondance de fleurs chez les mêmes hybrides de ces trois séries, nous constatons que cette évolution est très différente selon les géniteurs (figure 31).

La première année nous constatons que les hybrides ARDECHOISE x BARTRE ont une induction florale très faible, la majorité d'entre eux obtenant la note 0. Les hybrides ARDECHOISE x I.X.L. sont plus florifères et la majorité d'entre eux obtiennent les notes 1 et 2. Les hybrides ARDECHOISE x MARCONA se comportent de la même manière.

L'année suivante, on constate chez tous les hybrides une mise à fruit plus importante. Les hybrides ARDECHOISE x BARTRE ont en majorité des notes variant entre 2 et 3, un nombre très faible de ces hybrides obtient les notes 4 et 5. Chez les hybrides ARDECHOISE x I.X.L., un grand nombre d'individus obtient les notes 4 et 5 ; les descendants de MARCONA appartiennent presque tous à ces classes.

La troisième année, les différences entre les trois séries se maintiennent encore ; la moitié seulement des hybrides

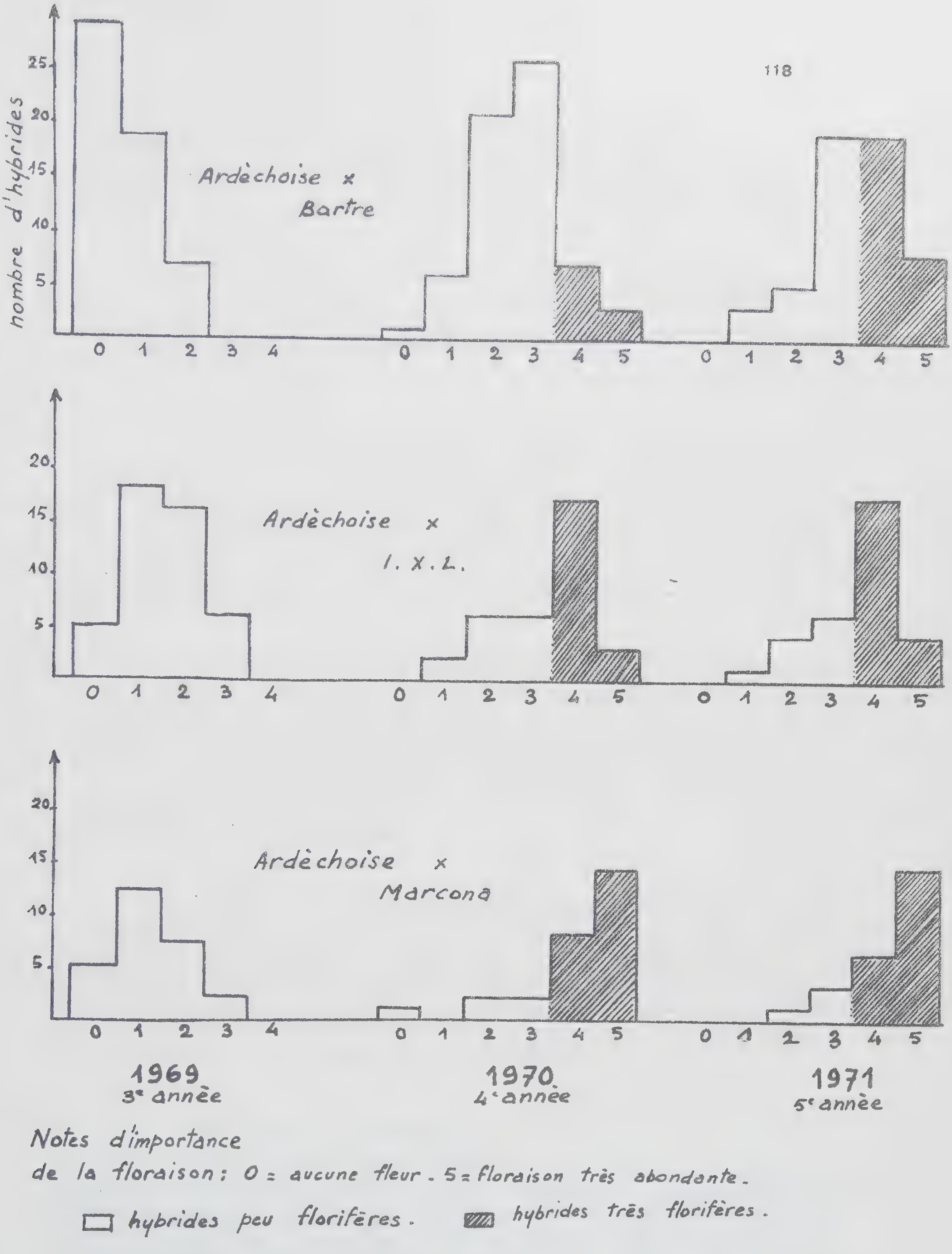


fig.31 Evolution de l'abondance de floraison chez 3 séries d'hybrides durant 3 années consécutives.

ARDECHOISE x BARTRE atteint les notes 4 et 5 alors que presque tous les hybrides de la série ARDECHOISE x MARCONA obtiennent ces notes.

Quand on sait que BARTRE est une variété dont la mise à fruit après la plantation est lente et demande trois à quatre ans avant de fleurir abondamment, que d'autre part MARCONA est capable de produire très tôt, on peut conclure à la transmission de ce caractère de mise à fruit précoce de manière quantitative.

Quand les géniteurs utilisés sont voisins pour ce caractère de rapidité de mise à fruit, on ne constate pas de différence entre les séries d'hybrides. C'est ce que nous avons constaté chez les hybrides de CRISTOMORTO pollinisés par AI, A LA DAME et ARDECHOISE, toutes trois variétés à mise à fruit rapide, dont les notes moyennes par série, respectivement de 3,3 - 3,6 et 3,4 ne sont pas significativement différentes.

Si nous observons les distributions de ces notations, nous constatons que comme pour la plupart des autres caractères morphologiques ou physiologiques que nous avons observés, nous obtenons des courbes de distribution normales confirmant que ce caractère est très probablement d'ordre polygénique.

B - TARDIVITE DE FLORAISON

Le caractère de tardivité de floraison est un des caractères les plus importants chez l'Amandier. Nous avons vu qu'il permettait aux arbres d'échapper aux gelées tardives souvent fréquentes en février-mars. L'étude de nos collections variétales nous avait permis d'observer la très grande tardivité de floraison de variétés telles que CRISTOMORTO et AI et de les inclure en 1960 dans notre programme d'hybridations.

Hybrides de CRISTOMORTO

Les résultats assez spectaculaires étaient observés à partir de 1964 lors de la première floraison de ces hybrides. Dans la parcelle où étaient implantés les descendants de CRISTOMORTO, la plupart des arbres était encore au stade de boutons floraux fermés, alors que dans les parcelles toutes proches, rassemblant les collections de variétés internationales, la plupart des arbres était en pleine floraison.

Dès cette année 1964, il nous a semblé que l'obtention des variétés à floraison très tardive ne devait pas présenter de difficultés majeures et que la recherche de variétés d'amandier fleurissant à l'époque des pêchers n'était pas utopique.

Les observations des stades de floraison par séries d'hybrides sont présentées sous forme d'histogrammes de fréquence dans la figure 32. A une date déterminée, se situant environ au milieu de l'époque de floraison moyenne de l'espèce, tous les hybrides sont notés de 0 à 5, la note 0 étant attribuée aux individus à floraison très précoce et la note 5 aux plus tardifs.

Nous constatons chez les hybrides réalisés avec la variété CRISTOMORTO utilisée comme parent femelle, que les deux séries obtenues avec les géniteurs à floraison précoce ARDECHOISE et A LA DAME sont plus précoces que ceux réalisés avec le géniteur AI, à floraison très tardive, qui donne une majorité d'individus à floraison très tardive.

Il est intéressant cependant de noter que dans les deux séries plus précoces : CRISTOMORTO x ARDECHOISE et CRISTOMORTO x A LA DAME, on trouve des individus aussi tardifs que CRISTOMORTO qui peuvent être fixés par la multiplication végétative (greffage) si par ailleurs leurs différents caractères correspondent aux objectifs de l'hybridation.

Hybrides de la variété ARDECHOISE

Cette variété déjà croisée en 1960 avec CRISTOMORTO a été utilisée par la suite dans d'autres croisements que nous avons déjà étudiés pour d'autres caractères. L'observation des stades de floraison de cinq séries d'hybrides va encore confirmer les résultats obtenus avec les descendants de CRISTOMORTO.

Les notes chiffrées de 0 à 5 ayant été rassemblées, toujours sous forme d'histogrammes dans la figure 33, on constate, le géniteur ARDECHOISE étant le même pour les cinq familles, que plus le deuxième géniteur est tardif, plus l'ensemble de la famille est tardif. Ainsi la série ARDECHOISE x AI est-elle plus tardive que la série ARDECHOISE x TEXAS, cette dernière étant elle-même plus tardive que les séries ARDECHOISE x I.X.L. et MARCONA x ARDECHOISE.

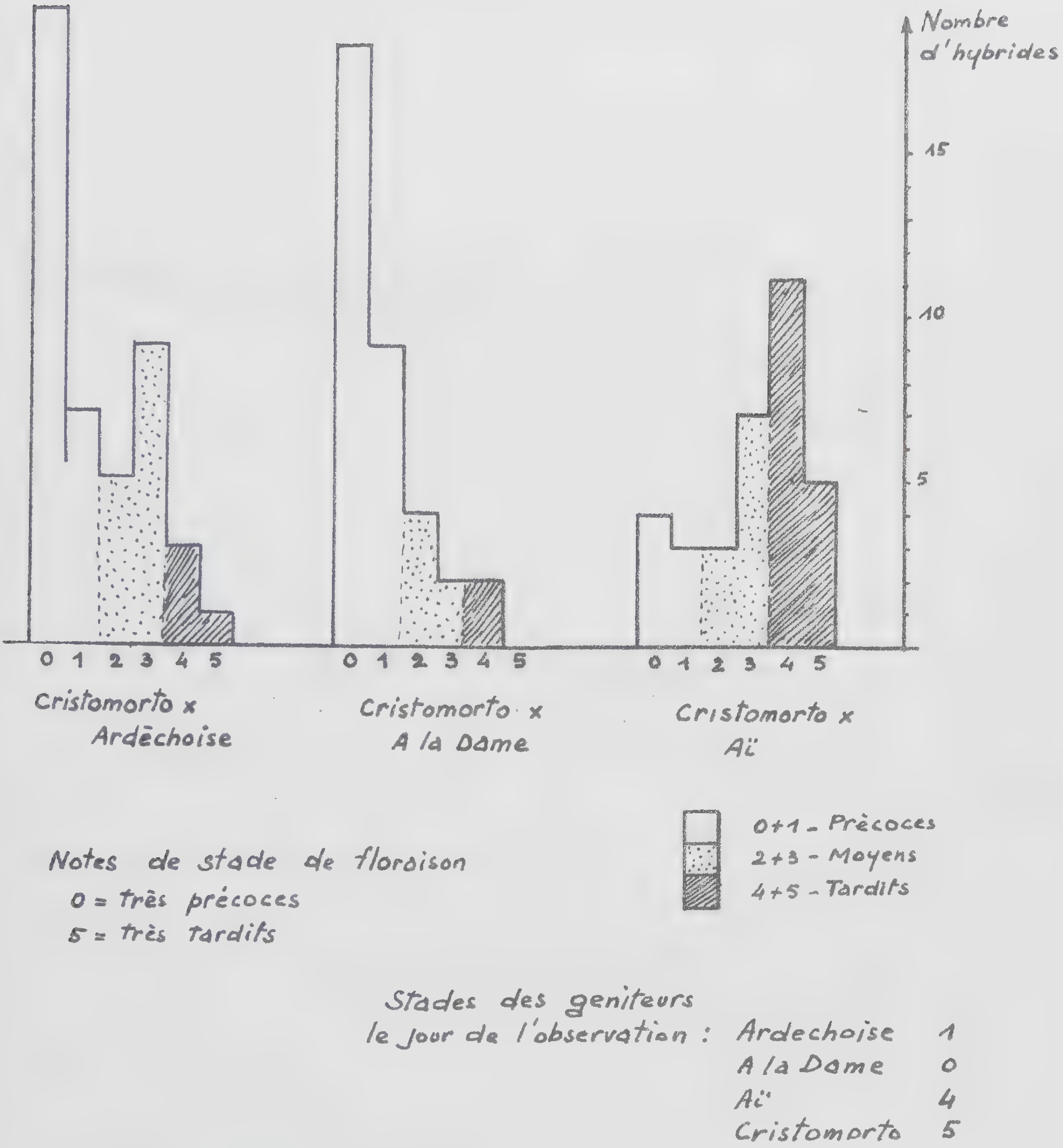


fig.32 Stades de floraison des hybrides de la variété CRISTOMORTO.

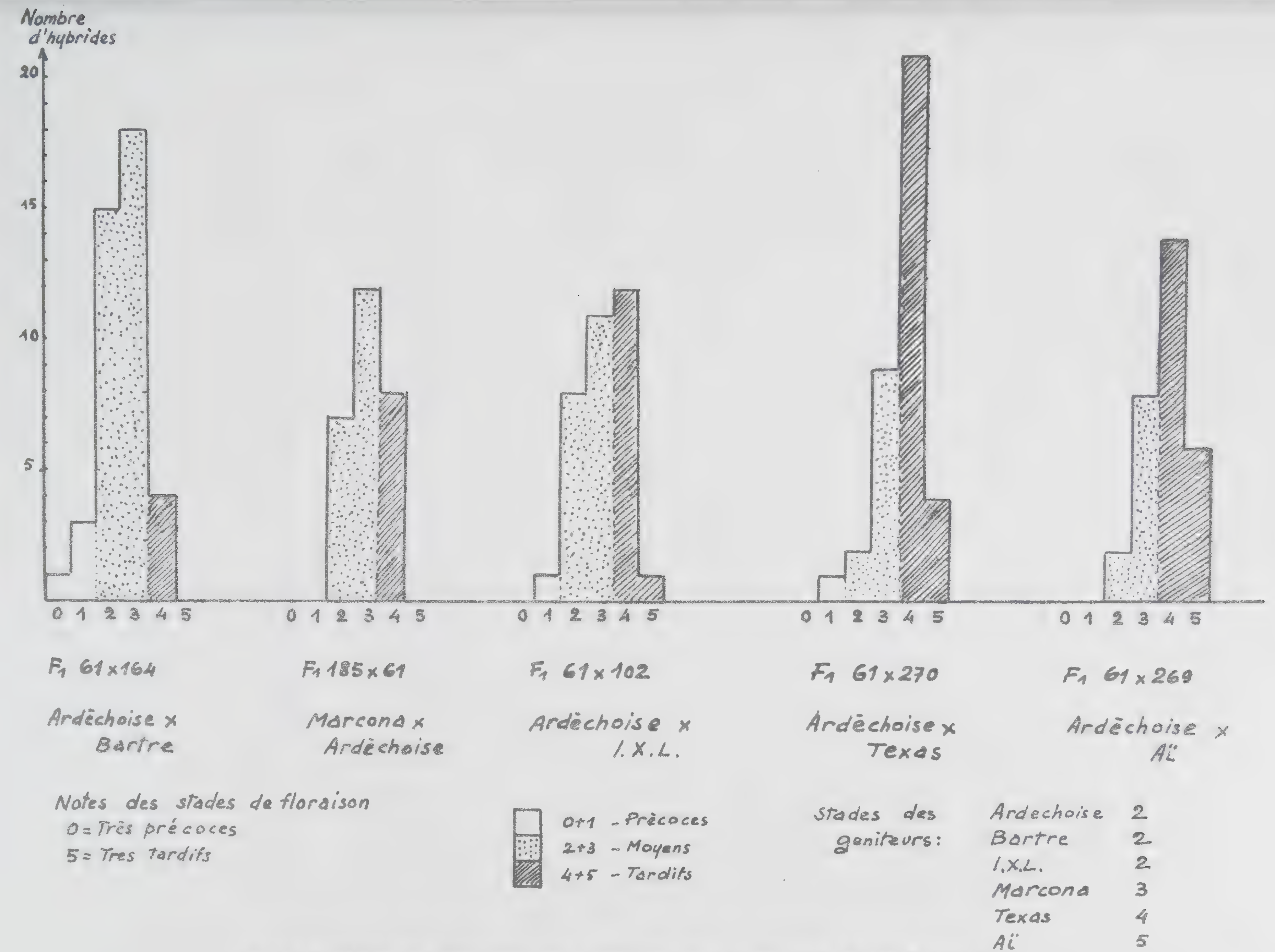


fig.33 Stades de floraison des hybrides de la variété ARDECHOISE.

La seconde observation concerne deux géniteurs qui appartiennent au même phénotype de précocité de floraison : BARTRE et I.X.L. On constate en comparant les histogrammes de fréquence des deux séries effectuées avec ces géniteurs que BARTRE amène une plus grande précocité.

Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les proportions d'hybrides précoces (notes 0 et 1), moyens (notes 2 et 3) et tardifs (notes 4 et 5) obtenues dans chacun des cinq croisements.

Tableau XXVIII. POURCENTAGES D'HYBRIDES A FLORAISON PRECOCE, MOYENNE ET TARDIVE OBSERVES DANS CINQ SERIES DE CROISEMENTS REALISEES AVEC LA VARIETE ARDECHOISE

Croisements	Pourcentages d'hybrides			Note moyenne du croisement
	Précoces	Moyens	Tardifs	
ARDECHOISE x BARTRE	10	80	10	2,5
MARCONA x ARDECHOISE	0	70	30	3,0
ARDECHOISE x I.X.L.	3	56	41	3,1
ARDECHOISE x TEXAS	4	29	67	3,6
ARDECHOISE x AI	0	33	67	3,8

Il est possible de conclure que la tardivité de floraison, liée à de nombreux facteurs se transmet de manière quantitative. En choisissant comme géniteurs des phénotypes à floraison très tardive, on augmente les chances d'obtenir des familles dans lesquelles les individus très tardifs seront plus nombreux.

On constate néanmoins qu'à phénotype égal, les familles sont parfois légèrement différentes, ce qui montre l'intérêt que présente la recherche de géniteurs.

C - EPOQUE DE MATURITE

Les fruits de l'Amandier murissent à la fin de l'été ou au début de l'automne. Les variétés les plus précoces comme NONPAREIL murissent dans les conditions de la région de Nîmes vers le 25 août, les plus tardifs comme TEXAS, vers le 10 octobre.

La maturité est jugée complète quand, sur tous les fruits de l'arbre, le mésocarpe se fend pour laisser apparaître l'endocarpe. C'est à ce stade que les fruits sont récoltés.

Si dans certains pays comme l'Italie, les chercheurs considèrent la précocité de maturité comme un objectif d'amélioration pour les régions sèches à période végétative courte, nous n'avons pas pour notre part envisagé la précocité ou la tardivité de maturité comme des objectifs importants. Nous les avons cependant observées chez tous les hybrides et ce sont les résultats de ces observations que nous allons examiner.

Hybrides de la variété CRISTOMORTO

La variété CRISTOMORTO peut être considérée comme d'époque de maturité moyenne (environ du 15 septembre). Elle a été pollinisée par trois variétés dont deux sont à maturité assez précoce : ARDECHOISE et A LA DAME murissant aux environs du 5 septembre et une à maturité moyenne : AI murissant vers le 15 ou 20 septembre.

Si nous examinons les dates de maturité des hybrides issus de ces trois croisements, nous constatons avec les histogrammes de la figure 34 une forte différence entre ces trois descendances.

Tous ces hybrides ont été notés de 0 à 5 en fonction de leur stade de maturité, la note 5 étant attribuée aux hybrides les plus précoces récoltés le 26 août et la note 0 aux plus tardifs récoltés le 24 septembre.

La plus grande précocité est observée avec la descendance CRISTOMORTO x A LA DAME dont une très grande proportion, 26 hybrides sur 33, est précoce (notes 4 et 5) et un seul hybride est tardif (notes 0 et 1).

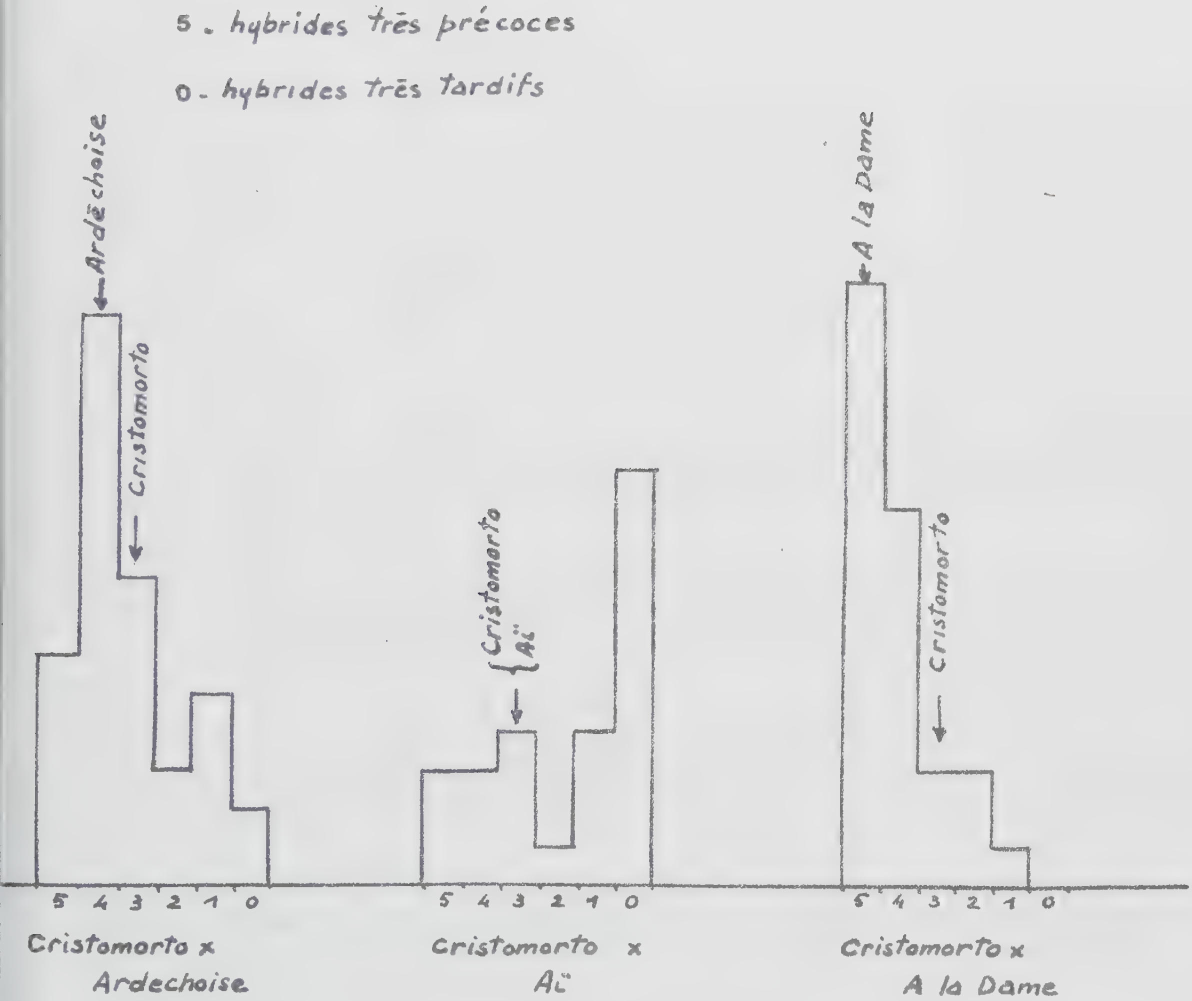


fig.34 Epoques de maturité des hybrides de la variété CRISTOMORTO.

Dans le croisement CRISTOMORTO x ARDECHOISE, la plupart des hybrides sont également précoces mais dans une proportion un peu plus faible que dans le croisement précédent (20/48). Le sommet de l'histogramme se situe à la note 4 et 7 hybrides sur 48 sont tardifs.

Dans le croisement CRISTOMORTO x AI, nous observons une plus grande tardivité puisque 6 hybrides sur 26 sont précoces et 15 sont tardifs.

Hybrides de la variété ARDECHOISE

La variété ARDECHOISE a été croisée avec quatre variétés :

I.X.L. à maturité précoce
BARTRE à maturité moyenne
MARCONA à maturité tardive
TEXAS à maturité très tardive.

Si nous examinons les histogrammes de fréquence des notes de maturité de ces quatre séries de croisements (figure 35) nous constatons :

- que la série ARDECHOISE x I.X.L. est la plus précoce, la distribution des notes est très groupée, plus des 2/3 des hybrides obtiennent les notes 5 et 4.

- que la série ARDECHOISE x BARTRE présente une majorité d'hybrides d'époque de maturité moyenne ; 6 individus sur 44 sont tardifs.

- que la série ARDECHOISE x TEXAS donne une distribution assez resserrée, aucun hybride n'obtenant les notes extrêmes 5 et 0.

- que la série MARCONA x ARDECHOISE est la plus tardive ; nous trouvons en effet dans cette série la plus grande proportion d'hybrides à maturité tardive (6/18).

En résumé, on constate que ce caractère d'époque de maturité se transmet comme les autres caractères physiologiques de manière quantitative. Certains phénotypes tardifs comme MARCONA correspondent en réalité à un génotype plus tardif que d'autres dont le phénotype est pourtant très tardif comme TEXAS.

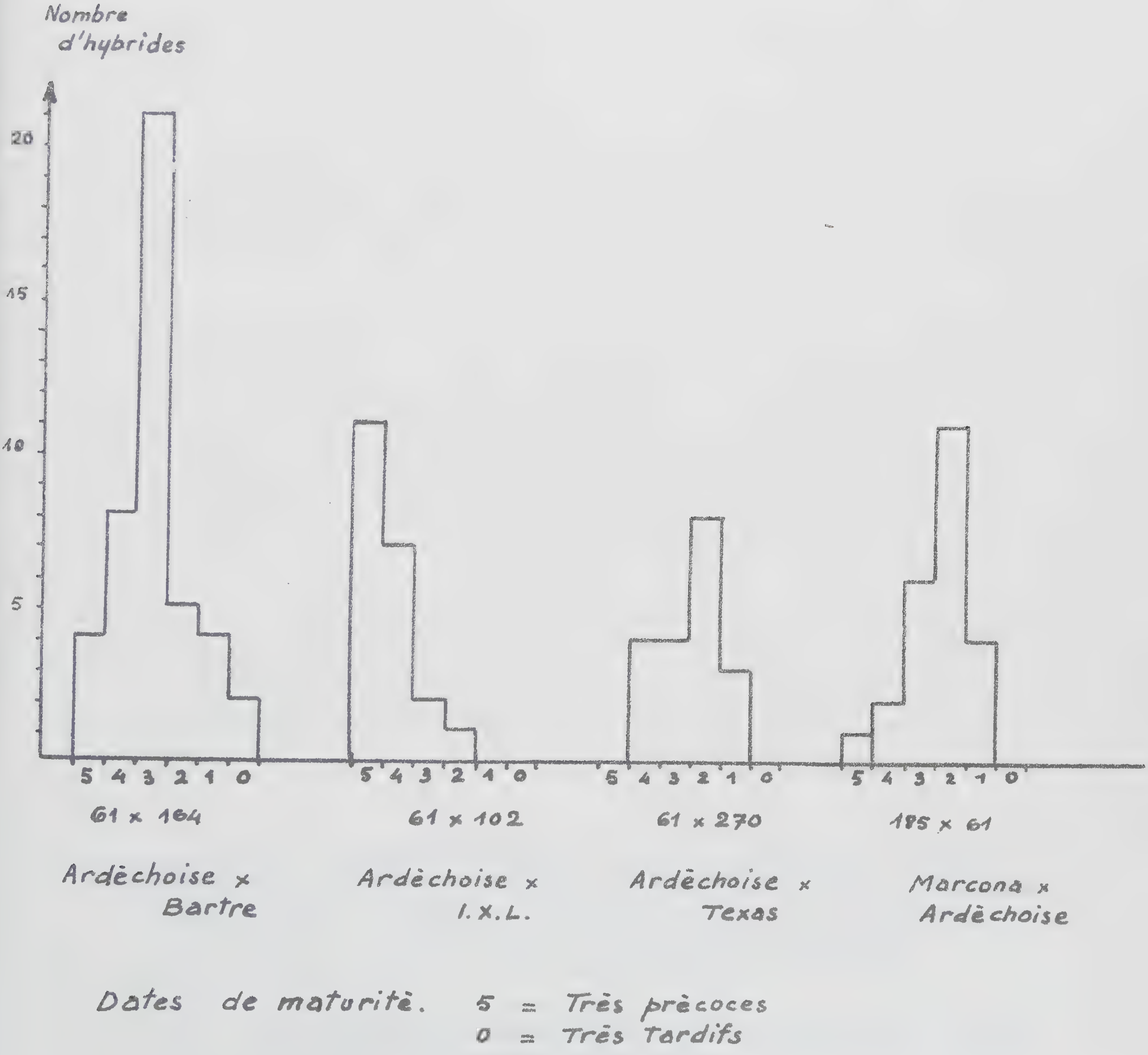


fig.35 Epoques de maturité des hybrides d'ARDECHOISE

D - RESISTANCE AUX MALADIES CRYPTOGAMIQUES

Nous avons déjà vu que l'Amandier était sensible à de nombreuses maladies cryptogamiques et cela d'autant plus qu'il était cultivé en climat océanique ou en toute situation humide.

Nous avons également vu que chez cette espèce la résistance ou la sensibilité à diverses maladies cryptogamiques du feuillage et du rameau semblait liée chez les variétés. C'est le cas de la variété ARDECHOISE, d'origine inconnue, introduite dans nos collections en provenance de l'Ardèche, qui se montrait sous le climat atlantique de Bordeaux d'une très grande résistance à ces diverses maladies telles que la tavelure, le coryneum, le gloeosporium et la rouille. C'est cependant la tavelure (Fusicladium carpophilum, THUM) qui est de loin la maladie la plus grave et c'est principalement la résistance à cette maladie que nous observons chez les variétés et les hybrides.

D'autres variétés comme AI, NEC PLUS ULTRA sont très sensibles à cette tavelure et présentent sur tous les rameaux et les feuilles de très nombreuses taches. Ces mêmes variétés sont également très sensibles au coryneum. Sur les rameaux de l'année, les taches de tavelure se nécrosent et durcissent l'épiderme qui se fendille lors du grossissement. Chez les variétés les plus sensibles, les rameaux de la base de l'arbre sèchent et meurent, la végétation ne se maintenant qu'au sommet de l'arbre.

Cette résistance " aux maladies " se traduit par une rusticité générale de l'arbre qui lui permet de fructifier plus abondamment qu'un arbre sensible, non seulement en raison d'un gain de développement, mais en raison de la persistance des jeunes rameaux fructifères qui sont souvent tués chez les variétés sensibles.

Un de nos objectifs principaux d'amélioration étant la recherche de variétés résistantes qui permettraient d'étendre vers l'ouest la zone de culture de l'Amandier, nous avons réalisé entre 1961 et 1970 un grand nombre d'hybridations avec la variété ARDECHOISE représentant 9 combinaisons parentales.

Ne connaissant au début de notre programme que le phénotype ARDECHOISE, sans connaître sa valeur en tant que géniteur, ce n'est qu'après l'observation des hybrides obtenus qu'il est

possible de tirer quelques conclusions sur la transmission de ce caractère de résistance.

Les hybrides réalisés dans le cadre de notre programme sont jugés une première fois dans la région de Nîmes pour leurs caractéristiques générales : époque de floraison, productivité, aspect du fruit, port de l'arbre et parfois résistance aux maladies à l'occasion de conditions climatiques favorables aux parasites. Par la suite, les individus qui ont subi ce premier criblage sont greffés et étudiés dans la région de Bordeaux, beaucoup plus favorable aux maladies, où ils sont jugés pour leur résistance.

Cette deuxième étude dure environ cinq années ; deux années étant nécessaires pour l'établissement de l'arbre pendant lesquelles peu d'observations sont effectuées et trois années au cours desquelles plusieurs notations annuelles sont réalisées aux époques les plus propices. La première observation est souvent effectuée au printemps pour la tavelure sur rameaux, une seconde en été pour le gloeosporium et le corynéum sur rameaux, fruits et feuilles ; une troisième à l'automne pour la tavelure sur feuilles et sur rameaux.

L'étude des hybrides sous le climat bordelais nous permet de constater une certaine variabilité de cette résistance. Les hybrides sont notés de 0 à 5 selon l'importance de l'attaque (taches de tavelure sur rameaux par exemple). 0 correspondant à une attaque nulle comme chez le parent ARDECHOISE et 5 correspondant à une attaque forte comme chez le parent AI.

Dans les deux séries de croisements effectués avec CRISTOMORTO, nous avons réalisé les observations rassemblées dans le tableau suivant. Ces notations concernent l'importance de l'attaque de tavelure sur rameaux de un an et de deux ans.

Ces observations n'ont pas été effectuées sur tous les individus constituant ces deux séries, mais seulement sur ceux qui après avoir été sélectionnés dans la région de Nîmes pour leurs caractères de fruit ou d'époque de floraison ont été greffés et plantés dans la région bordelaise pour observation de leur sensibilité.

Tableau XXIX - NOTES MOYENNES DE L'IMPORTANCE DE LA TAVELURE CHEZ LES GENITEURS ET DEUX SERIES D'HYBRIDES D'AMANDIER

Géniteurs et croisements	Notes moyennes	
	sur bois de 1 an	sur bois de 2 ans
CRISTOMORTO	1	3
AI	4	5
ARDECHOISE	0	0
CRISTOMORTO x AI	1,5	4,3
CRISTOMORTO x ARDECHOISE	0,2	3,3
0 = attaque nulle		
5 = attaque très forte		

Tableau XXX - REPARTITION NUMERIQUE DES HYBRIDES D'APRES LES NOTATIONS DE SENSIBILITE A LA TAVELURE

Croisements	sur rameaux de un an						
	0	0,5	1	2	3	4	5
CRISTOMORTO x AI	5	4	4	6	2	2	1
CRISTOMORTO x ARDECHOISE	10	1	-	1	-	-	-

Croisements	sur rameaux de deux ans					
	0	1	2	3	4	5
CRISTOMORTO x AI	-	-	1	3	7	13
CRISTOMORTO x ARDECHOISE	1	1	3	2	1	4

On constate à la lecture de ces tableaux que les deux séries d'hybrides réalisées avec la variété CRISTOMORTO, considérée comme de résistance moyenne, se comportent différemment. La série CRISTOMORTO x AI montre une grande sensibilité, la série réalisée avec le géniteur ARDECHOISE se comporte beaucoup mieux. On constate en particulier que l'attaque de tavelure sur rameaux de un an est pratiquement nulle chez les hybrides de cette dernière série.

Mortalité des jeunes semis

Nous avons également observé pendant quatre années une grande sensibilité des descendants de la variété AI à une mortalité des jeunes semis due à un phytophtora.

Cette maladie s'observe au printemps aux environs du mois de juin ; les semis atteints se fanent, les feuilles rougissent puis la tige sèche. On constate alors au collet une zone brune nécrosée et une désagrégation de l'écorce.

C'est sur les hybrides F 1 de la variété AI, sur les croisements en retour (back-crosses) : F 1 de AI x AI, ou sur des hybrides frère x soeur : F 1 de AI x F 1 de AI, que nous trouvons cet accident dans de très grandes proportions. Sur les descendants de la variété ARDECHOISE, cette maladie n'a jamais été observée.

Nous avons rassemblé dans le tableau XXXI les pourcentages de plants atteints de cette maladie dans différentes séries de croisements de 1968 à 1971.

En 1970, pour sauver des hybrides atteints, nous avons, dès l'apparition des premiers symptômes, greffé les semis malades sur des porte-greffes, en juin, à oeil poussant. Les greffes réussirent toutes mais dans les mois qui suivirent, les jeunes tiges des greffons furent tuées par la tavelure (<u>Fusicladium carpophilum</u>) Etant donné la grande sensibilité à la tavelure de AI et de ses descendants, on peut supposer que la sensibilité à ces deux maladies (phytophtora et tavelure) est liée.

Tableau XXXI - POURCENTAGES DE MORTALITE DES JEUNES SEMIS HYBRIDES D'AMANDIER DUE AU PHYTOPHTORA

Croisements	% de morts	Nombre total de plants
1968		
(CRISTOMORTO x AI)2 x (CRISTOMORTO x AI)12	17	17
(CRISTOMORTO x AI)2 x 1I	25	8
(CRISTOMORTO x AI)12 x AI	22	9
(CRISTOMORTO x ARDECHOISE)36 x (CRISTOMORTO x AI)12	0	10
(CRISTOMORTO x ARDECHOISE)20 x (CRISTOMORTO x AI)12	0	17
1970		
(CRISTOMORTO x AI)2 x NONPAREIL	23	43
(CRISTOMORTO x ARDECHOISE)36 x FLOTS	0	25
1971		
(CRISTOMORTO x AI)12 x NONPAREIL	25	25
(CRISTOMORTO x AI)12 x (CRISTOMORTO x BARTRE)	0	40
(CRISTOMORTO x AI)12 x (CRISTOMORTO x ARDECHOISE)	0	96
(CRISTOMORTO x AI)12 x (CRISTOMORTO x AI)2	25	42
(CRISTOMORTO x AI)12 x 1I	28	14
(CRISTOMORTO x ARDECHOISE) x (CRISTOMORTO x ARDECHOISE)	0	26

A la lecture de ce tableau, on constate que les pourcentages importants de mortalité sont observés chaque fois que AI est utilisée comme parent. Quand cette variété est utilisée deux fois dans le même croisement, les pourcentages de plants nécrosés sont très importants et atteignent 25 %, Au contraire, il suffit que le géniteur ARDECHOISE soit utilisé une seule fois pour que le pourcentage de plants atteints soit égal à 0.

Si nous avons observé une certaine corrélation dans la sensibilité à plusieurs maladies du feuillage et des jeunes rameaux, il est bien certain que ceci n'est pas valable pour toutes les maladies. C'est ainsi que AI dont nous avons signalé la grande sensibilité à plusieurs parasites semble résistante à Monilia laxa et au Fusicoccum amygdali. De même, certains hybrides d'ARDECHOISE présentent une certaine sensibilité à Monilia laxa alors qu'ils semblent résistants à la tavelure et au coryneum.

La résistance à ces diverses maladies parait se transmettre également de manière quantitative se traduisant chez les hybrides par une plus ou moins bonne rusticité. Nous pouvons espérer avec certains géniteurs comme ARDECHOISE obtenir des hybrides qui allieront, en même temps que d'autres caractères intéressants, une bonne résistance aux maladies. Déjà quelques hybrides CRISTOMORTO x ARDECHOISE, ayant hérité de la grande tardivité de floraison du géniteur CRISTOMORTO et d'une assez bonne résistance à la tavelure du géniteur ARDECHOISE sont expérimentés dans le Sud-Ouest.

CHAPITRE IV

CORRELATIONS ENTRE DIFFERENTS CARACTERES

La recherche, dans son acceptation la plus large, se ramène toujours à des comparaisons ; disons plus généralement qu'elle vise à établir s'il existe ou non une association entre deux variables. Ces associations, dès qu'elles portent sur des grandeurs biologiques sont nécessairement dépourvues du caractère rigide des liaisons fonctionnelles. Si elles existent réellement, ces relations ne peuvent être interprétées qu'en fonction de la manière dont l'observation a été organisée et réalisée.

Il est certain que l'existence de corrélations entre des caractères génétiques représente un grand intérêt pour l'amélioration des plantes. On constate parfois des corrélations positives entre des caractères très éloignés : chez le pêcher par exemple, on constate une corrélation entre un caractère morphologique, l'absence de nectaires à la base des feuilles et un caractère physiologique, la sensibilité à l'oïdium.

Chez l'amandier, nous avons voulu contrôler l'existence de corrélations entre plusieurs caractères agronomiquement importants : la tardivité de la floraison et l'importance de cette floraison, la tardivité de la floraison et la vigueur, l'importance de la première floraison et celle de l'année suivante.

L'étude de ces corrélations n'a pas toujours été effectuée sur toutes les séries d'hybrides mais sur quelques unes d'entre elles et en particulier celles dont les effectifs étaient les plus nombreux.

A - CORRELATION TARDIVITE DE FLORAISON - IMPORTANCE DE FLORAISON

Etudiée sur deux séries d'hybrides, CRISTOMORTO x AI comprenant quarante individus et MARCONA x AI d'un effectif de cent cinquante hybrides, aucune corrélation n'a été observée entre ces deux caractères.

Cette observation confirme les résultats de KESTER (1965) qui après avoir étudié les corrélations entre l'époque de floraison et l'importance de la production sur douze séries d'hybrides concluait que dans la plupart des cas cette corrélation n'existait pas ; les rares cas positifs observés étaient à la limite de la signification et n'étaient pas confirmés l'année suivante. Le même auteur ayant essayé de mettre en évidence une corrélation entre la tardivité de floraison et la densité de fleurs observait que dans tous les cas cette corrélation n'était pas significative.

B - CORRELATION TARDIVITE DE FLORAISON - VIGUEUR

KESTER (1965) en utilisant le géniteur TARDY NONPAREIL, mutation à floraison très tardive de NONPAREIL, constate dans plusieurs séries d'hybrides une corrélation très nette entre l'époque de floraison et la vigueur, les individus à floraison très tardive étant généralement de vigueur plus faible.

Nous avons étudié cette même corrélation dans le croisement MARCONA x AI et nos observations montrent qu'il existe une corrélation entre ces deux caractères : les individus les plus faibles étant généralement à floraison tardive et les plus vigoureux à floraison précoce.

Dans les populations F 1, relativement régulières, dans lesquelles la variabilité n'est pas très grande, cette corrélation n'est pas toujours décelable. Dans une population F 2, issue de CRISTOMORTO x ARDECHOISE, et présentant une forte disjonction, il semble que cette corrélation soit positive (figure 36), les individus faibles et très faibles sont tous d'époque de floraison tardive ou très tardive. Aucun individu faible n'est observé à floraison précoce. Il existe cependant des individus à floraison très tardive possédant en même temps une grande vigueur que la multiplication végétative permet de fixer.

Cette corrélation précocité de floraison - vigueur pose le problème de la vigueur de certaines populations géographiques. En effet, dans la mesure où les arboriculteurs ont multiplié longtemps par semis l'amandier, en recherchant toujours la tardivité de floraison et en utilisant les semences de géniteurs tardifs, une diminution de vigueur est-elle constatée ? La réponse semble négative. Ainsi dans la population géographique qui répond le mieux à cet exemple, celle de la région des Pouilles, dans laquelle les types à floraison tardive sont nombreux, on n'observe pas de vigueur

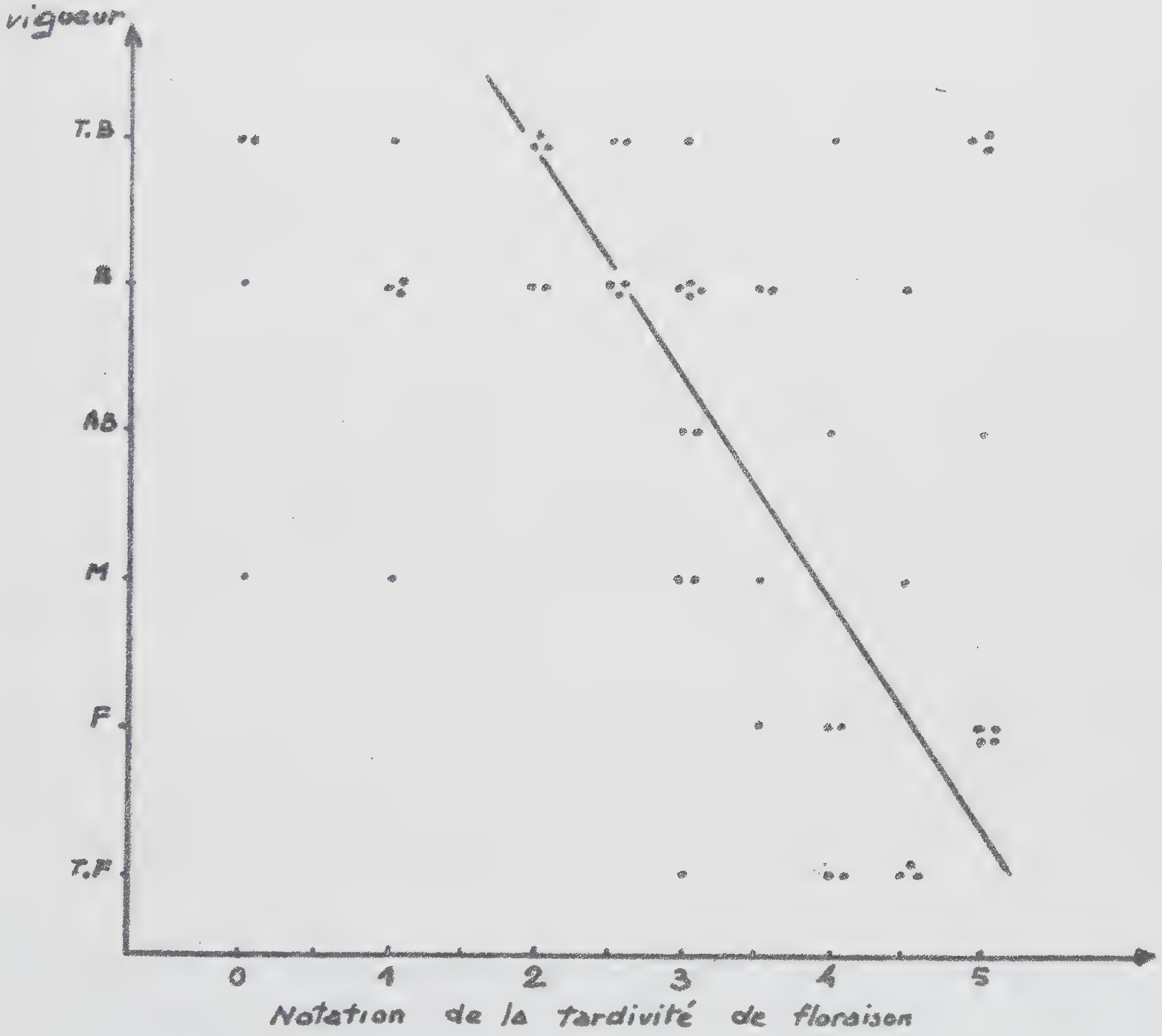


fig.36 Corrélation vigueur - Précocité de floraison dans la population F.2

Cristomorto x Ardèchoise

anormalement amoindrie. Cependant cette population est davantage constituée de clones greffés que de semis et on peut supposer que la vigueur a été prise en considération au moment de la sélection des clones. Le choix a dû alors se porter probablement sur les individus correspondant aux types abérrants de notre graphique.

Il est probable que des croisements effectués entre des types très tardifs de notre population F 2 conduiraient à l'obtention d'individus de plus en plus faibles, ceci correspondant à un effet d'inbreeding ; la réalisation de tels hybrides et la vérification de cette hypothèse feront l'objet de recherches futures.

C - CORRELATION IMPORTANCE DE LA PREMIERE FLORAISON - IMPORTANCE DE LA DEUXIEME FLORAISON

Les jeunes hybrides d'amandier présentent une période juvénile d'une durée de deux à trois ans. Nous avons déjà vu que les notations d'abondance de la floraison étaient effectuées systématiquement au début de la troisième année après la plantation, correspondant en réalité à la quatrième année après le semis.

Nous avons très vite constaté que les individus présentant une forte abondance de fleurs lors de cette première année (notes 3 et 4) présentaient l'année suivante une floraison toujours égale ou supérieure (notes 4 et 5). Par contre, les individus très peu florifères la première année (notes 0 et 1) n'accédaient l'année suivante qu'à des notes souvent faibles (notes 1 et 2). Cette observation rejoint du reste celle de VISSER et de de VRIES (1970) qui ont constaté le même phénomène sur semis de poirier.

Nous avons donc étudié la corrélation entre l'abondance de fleurs de la première floraison et celle de la deuxième floraison, puis, toujours sur la même série d'hybrides MARCONA x AI, la corrélation entre l'abondance de la deuxième floraison et celle de la troisième. La figure 37 montre que dans les deux cas les corrélations sont positives.

On constate également que les semis très rapidement florifères constituent après greffage des clones dont la mise à fruit est rapide et importante, alors que les semis lents à fructifier donnent par greffage des clones dont la mise à fruit est également lente. VISSER et de VRIES, après avoir constitué par greffage deux

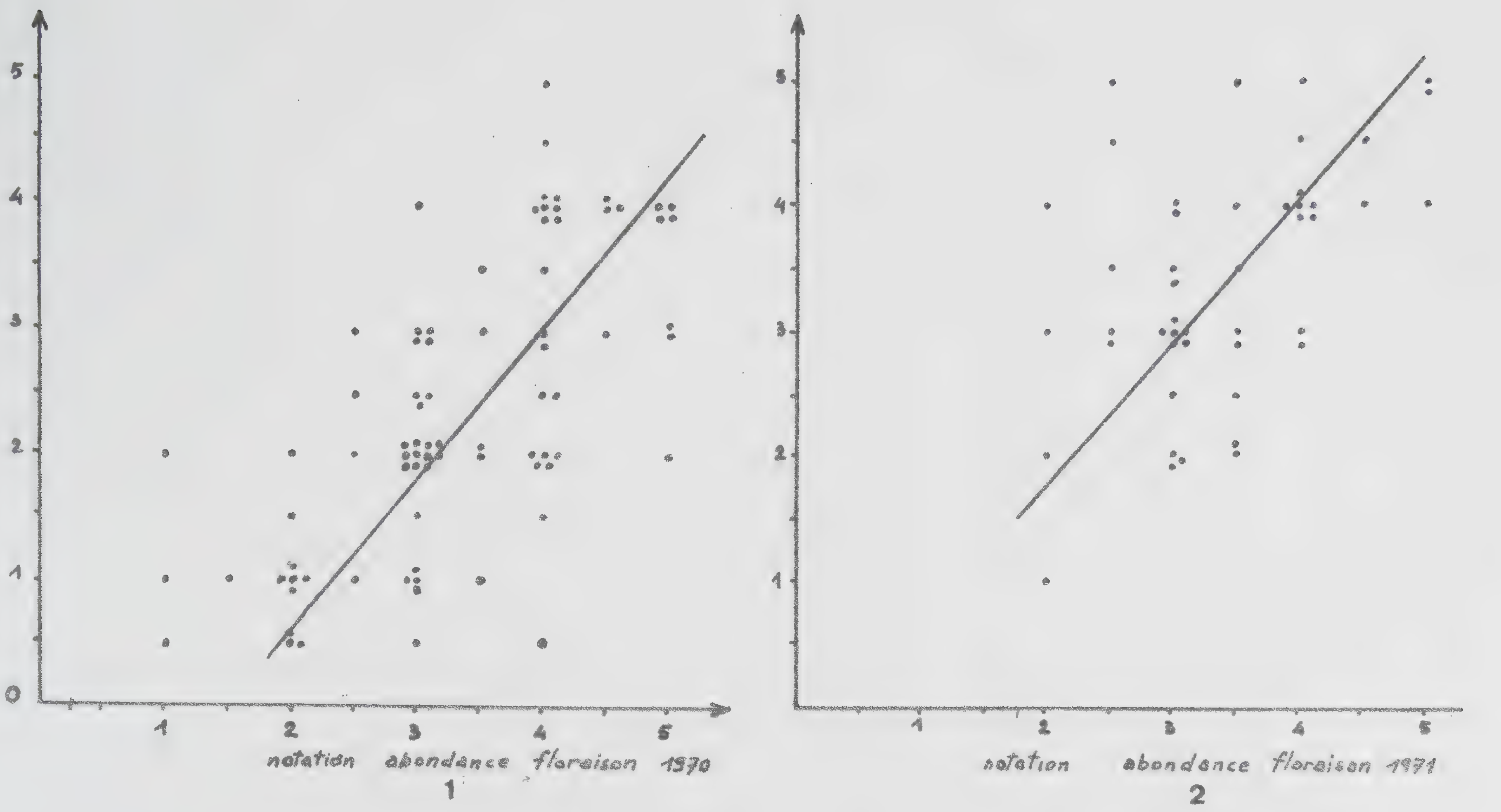


fig.37 1 - Corrélation abondance floraison 1ère année. Abondance floraison 2ième année.

2 - Corrélation abondance floraison 2ième année. Abondance floraison 3ième année.

populations de clones, issues l'une de semis à mise à fruit rapide, l'autre de semis à mise à fruit lente ont constaté dans ces deux populations la persistance des caractères des semis.

Ces observations nous permettent de tirer quelques conclusions :

S'il n'existe pas semble-t-il de corrélation entre la tardivité de floraison et l'importance de celle-ci chez les hybrides, il semble par contre en exister une entre la tardivité de floraison et la vigueur, les individus très faibles étant généralement très tardifs et les précoces généralement vigoureux.

Enfin, les semis à période juvénile courte, dont la mise à fruit abondante se produit tôt, restent par la suite des individus dont la productivité se maintient ; ces semis, s'ils sont greffés donnent des clones à mise à fruit rapide et productifs.

En définitive, il apparait donc qu'il existe une possibilité de sélectionner les semis à mise à fruit rapide et cette éventualité pourrait être envisagée dans des programmes d'hybridations portant sur des grands nombres d'individus.

CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

L'étude des caractères réalisée chez les hybrides de onze séries de croisements d'amandier effectuée de 1962 à 1968 entre huit variétés principales permet de tirer quelques conclusions sur la transmission de quelques caractères morphologiques et physiologiques de cette espèce.

En ce qui concerne la morphologie, nous avons vu que la dureté de la coque semble se transmettre comme un caractère simple avec dominance du caractère coque dure.

Nous avons pu déterminer que lesgéniteurs utilisés étaient de type homozygote recessif (tendre) pour les variétés ARDECHOISE, I.X.L., TEXAS ; homozygote dominant (dure) pour CRISTOMORTO ; hétérozygote (dure) pour BARTRE et MARCONA.

Le croisement de ces deux variétés dures hétérozygotes par les variétés tendres homozygotes recessifs donne en effet une disjonction de type 1 - 1. Le croisement des deux parents durs hétérozygotes entre eux donne une disjonction de type 3 - 1 (3/4 de dures - 1/4 de tendres), confirmant bien le mode de transmission selon des proportions mendeliennes. L'étalement dans les histogrammes de fréquence des différentes classes à l'intérieur de chaque groupe des tendres et des dures ne permet pas d'affirmer qu'il s'agit de caractères simples. Tout au plus peut-on penser que cette apparence de monohybridisme est la conséquence de gènes majeurs.

Pour le caractère monogerme, il semble que celui-ci se transmette de manière quantitative avec cependant une certaine dominance du caractère " amandon simple ", correspondant au cas atypique de l'hérédité des caractères quantitatifs, transmise en particulier par AI et MARCONA.

La forme de l'amande et de l'amandon, ainsi que les autres caractères morphologiques de moindre importance agronomique tels les dimensions de la feuille et des pétales et le nombre des étamines semblent également des caractères quantitatifs. On observe toutefois, en particulier avec le géniteur BARTRE, une certaine dominance de la grosseur du fruit, de la grande dimension des pétales et du nombre élevé d'étamines par fleur.

Pour les caractères physiologiques étudiés : mise à fruit, époque de floraison, époque de maturité et résistance aux maladies, il est certain qu'il s'agit de caractères polyfactoriels dont la transmission s'effectue de manière quantitative.

Nous avons pu ainsi montrer que la variété AI transmettait une certaine sensibilité aux maladies cryptogamiques du rameau alors que le géniteur ARDECHOISE améliorait la résistance. La variété italienne CRISTOMORTO à floraison très tardive en raison des besoins en froid élevés de ses bourgeons floraux, transmet cette tardivité de floraison de manière quantitative.

Nous avons également mis en évidence l'existence d'une corrélation entre la rapidité de mise à fruit des hybrides avec d'une part leur productivité future, et d'autre part, la rapidité de mise à fruit des arbres issus par multiplication végétative des individus précocement productifs.

Les connaissances accumulées au cours des observations effectuées sur ces onze familles de croisements, nous permettent maintenant de choisir efficacement les géniteurs en fonction des objectifs d'amélioration déterminés.

CONCLUSION GENERALE

L'Amandier cultivé, originaire d'Asie centrale, a migré au cours des siècles autour du bassin méditerranéen. Multiplié jusqu'aux derniers siècles par semis, cette espèce auto-stérile s'est très diversifiée et adaptée, sous l'action de la sélection naturelle et humaine à des conditions de milieux assez variables. Il s'est ainsi constitué des populations géographiques ou écotypes possédant des caractéristiques morphologiques et physiologiques particulières. Les variétés de la région des Pouilles en Italie, celles de Provence, du nord du Portugal, de Tunisie, de Catalogne et de Californie en sont autant d'exemples.

Nous avons pu mettre en évidence l'existence de ces populations grâce aux vastes collections variétales rassemblées par l'I.N.R.A. dans la région de Nîmes où cinq cents souches variétales ont été introduites et observées dans un même milieu et de manière systématique.

En effet, l'observation des variétés locales dans leur milieu d'origine, sans témoins de comparaison d'introduction étrangère, n'avait pas toujours permis aux chercheurs isolés d'apprécier la valeur des caractéristiques de ces variétés locales. Seule la collection rassemblée par les soviétiques à Yalta, en Crimée, pouvait avec ses trois cents variétés être comparée à notre collection.

Ces populations locales présentent un grand intérêt pour l'amélioration génétique en raison de l'état de relative homozygotie que présentent pour certains caractères les variétés qui en font partie. C'est ainsi que les variétés des Pouilles paraissent homozygotes pour les caractères suivants : port de type "spur ", dureté de la coque, tardivité de floraison, présence de deux fleurs par bouton floral. Les variétés de Provence paraissent quant à elles homozygotes pour la présence de graine simple ; les variétés californiennes pour le caractère de coque tendre.

Après avoir étudié le comportement des variétés en collections, nous en sommes arrivé à définir les caractéristiques que devrait présenter, pour les conditions de culture française, la variété idéale :

floraison très tardive
résistance aux maladies
mise à fruit précoce du jeune arbre
régularité de la production
bon aspect et bonne qualité du fruit
port de l'arbre facilitant la taille.

Aucune variété ne possédant évidemment tous ces caractères, plusieurs séries de croisements ont été effectuées à partir de 1960 avec des géniteurs remarquables pour certaines de leurs qualités:

CRISTOMORTO, variété italienne issue de la population des Pouilles, à floraison très tardive et à bonne productivité.

AI, variété d'origine provençale à floraison très tardive, à très bonne productivité et à graine simple.

ARDECHOISE, variété française mais d'origine incertaine, à très bonne résistance aux maladies cryptogamiques.

MARCONA, variété espagnole de la région d'Alicante, à très grande productivité et à graine simple.

TEXAS, variété californienne issue de semis d'une variété française, à très grande vigueur et à bonne productivité.

I.X.L., variété californienne à bonne productivité et à bonne qualité de fruit.

BARTRE, variété supposée d'origine espagnole, à très gros fruit.

L'observation des 1600 hybrides réalisés n'est pas encore terminée, cependant l'un d'entre eux, sans rassembler toutes les qualités souhaitées nous a paru suffisamment intéressant pour être multiplié et confié aux producteurs d'amandes. Il s'agit de la variété FERRAGNES dont 25.000 arbres ont été plantés depuis quelques années.

L'observation systématique de nombreux caractères morphologiques et physiologiques sur tous les hybrides nous a permis de mieux comprendre leur mode de transmission chez l'Amandier. C'est ainsi que nous pouvons conclure que la plupart des caractères observés se transmettent de manière quantitative.

On observe pour le caractère de dureté de la coque, tout en constatant un grand étalement de la distribution de ce caractère une transmission proche de la loi de séparation indépendante des caractères avec dominance du type dur.

Certaines variétés comme ARDECHOISE, I.X.L., TEXAS, à coque tendre ou demi-tendre semblent homozygotes pour ce caractère qui est recessif, CRISTOMORTO, homozygote pour le caractère dur dominant, les variétés MARCONA et BARTRE hétérozygotes pour le caractère coque dure.

Le croisement de ces deux dernières variétés avec les tendres homozygotes donne une disjonction de type 1 - 1 et les croisements des hétérozygotes entre elles donnent une disjonction de type 3 - 1.

En ce qui concerne la présence de graines doubles dans les fruits, il apparait une certaine dominance du caractère "simple " (cas atypique de l'hérédité quantitative). Les autres caractères morphologiques étudiés : dimension des fruits, des fleurs, du feuillage, port des arbres se comportent de manière quantitative. Les histogrammes de fréquence des notations de ces différents caractères correspondent généralement à des distributions normales dont les moyennes sont souvent proches des moyennes arithmétiques des valeurs des deux géniteurs.

En ce qui concerne les caractères physiologiques : rapidité de mise à fruit, tardivité de floraison, résistance aux maladies, productivité, il est évident qu'il s'agit également de caractères complexes.

Quelques corrélations semblent pouvoir être établies : l'abondance de la mise à fruit notée lors de la première observation est en corrélation avec l'abondance notée les années suivantes : autrement dit la rapidité de mise à fruit d'un très jeune arbre est généralement l'indice q'une bonne productivité qui se maintiendra toute la durée du clone. D'autre part, un jeune hybride très rapidement productif sur son propre système radiculaire constituera après son greffage, un clone à production précoce.

Il semble également qu'il y ait corrélation dans certaines descendances entre la vigueur et la précocité de floraison, les types vigoureux étant généralement précoces et les types faibles généralement tardifs. La multiplication végétative permet heureusement de fixer les individus situés à l'écart de la distribution et qui allient la vigueur à la tardivité de floraison.

Ainsi, nous espérons que ces travaux, en contribuant à une meilleure connaissance de l'Amandier, apporteront d'une part à nos collègues spécialistes de cette espèce quelques suggestions utiles et d'autre part, une aide efficace à l'arboriculture fruitière méditerranéenne.

Ces recherches ne sont d'ailleurs pas terminées, le matériel végétal que nous continuons à rassembler nous permet de poursuivre notre étude ; la deuxième génération d'hybrides dont la production va débuter en automne 1972 nous laisse l'espoir de nouvelles améliorations.

T E R M I N O L O G I E

Amande : correspond au noyau (graine) entouré de l'endocarpe.

Amandon : graine proprement dite recouverte de ses téguments.

Back-cross : croisement de retour d'un hybride F 1 avec un de ses géniteurs.

Bouquet de mai : groupe de bourgeons à fleur entourant une pousse à bois.

Débourrement : stade suivant le gonflement des bourgeons et au cours duquel les bourgeons foliaires s'entrouvrent.

Ecallage : action consistant à séparer le mésocarpe de l'endocarpe.

Emondage : pelage des graines après trempage de quelques minutes dans l'eau à 98 ° C. (ce terme emprunté aux professionnels est en réalité impropre, " mondage " devrait être utilisé).

Effilage : préparation des amandons, effectuée en usine, qui consiste à trancher les graines en lamelles très fines.

Franc : jeune semis non greffé d'une espèce considérée, utilisé comme porte-greffe (pêcher franc, amandier franc).

Gourmand : pousse de l'année très vigoureuse ne portant que des bourgeons à bois.

Mise à fruit : passage pour un jeune arbre de la période juvénile non productive à la période adulte mise en évidence par l'apparition des premiers bourgeons floraux.

Rameau mixte : pousse de l'année de vigueur moyenne portant en même temps des bourgeons à bois et des bourgeons à fleur.

Rendement au cassage : rapport du poids de la graine sur le poids du fruit en coque, exprimé en pourcentage.

Scion : jeune arbre greffé d'un an.

Spur : nom anglais du dard, par extension type de port d'arbre où les dards et les bouquets de mai remplacent les ramifications.

B I B L I O G R A P H I E

1 - ADAMIC (F) et KROFLIC (S) - 1967 - Variabilité des propriétés pomologiques des variétés et populations de P. Amygdalus en Istrie Slovénie.
Zbor. biot. Fac. Univ. Ljubliana. 97 - 109

2 - ALMEIDA (C. R. Marques de) - 1945 - Acerca de improdutividade na amendoeira.
Anais do instituto sup. Agronomia. Lisboa. vol. 15

3 - ANTONI (Zs) - 1971 - Histogenetic Study on the exocarp, mesocarp and endocarp of the almond.
Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae. T.20

4 - ARENT (N.K.) et RICHTER (A.A.) - 1960 - Les variétés et les meilleurs hybrides de fruits subtropicaux et à amandes végétant au jardin botanique de Nikita. Yalta.
Trud. Gos. Nikit. Bot. Sada. 34

5 - BERGER (P) - 1969 - Aptitude à la transformation industrielle de quelques variétés d'amandes.
Bull. Techn. Inf. Minist. Agric. n° 241 - 577 - 580

6 - CANDOLLE (A. de) - 1883 - Origine des plantes cultivées.
Paris. Félix Alkan.

7 - CAPUS (M.G.) - 1883 - Sur le climat et la végétation du Turkestan. Annales des Sciences Naturelles. Série 5.

8 - CAPUS (M.G.) - 1884 - Sur les plantes spontanées que l'on trouve à l'état sauvage ou subspontané dans le Tian-Chan occidental.
Annales des Sciences Naturelles. Série 6. Vol. 16 p. 281.

9 - CARRANTE (V) - 1962 - La mandorlicoltura in Italia.
Frutticoltura. N° 4.

10 - CARRIERE - 1861 - Note sur trois amygdalus introduits au Muséum.
Revue Horticole. Paris

11 - CHEVALIER (A) - 1952 - Sur une variété spontanée d'amandier spéciale à l'Afrique du Nord.
Revue Int. Bot. Appliquée. n° 357 - 358. p. 385

12 - COCIU (V) - 1967 - Pomologie de la République Socialiste Roumaine. Bucarest.
Académie de la République Socialiste de Roumanie

13 - COMTE (P) - 1948 - L'Amandier.
Enquête fruitière - Ministère de l'Agriculture.

14 - COSSON - 1881 - Annales des Sciences Naturelles. Série 3 Vol. 19. p. 108.

15 - DAMAVANDY (Kh) - 1970 - Amélioration des méthodes de production de plants hybrides entre les espèces Pêcher et Amandier.
Thèse Université de Bordeaux.

16 - EVEREINOFF (V.A) - 1952 - Sur la biologie et la pomologie de l'Amandier.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse - T. 87. fasc. A.2

17 - EVEREINOFF (V.A) - 1952 - Quelques observations biologiques sur l'Amandier.
Rev. Int. Bot. Appl. XXXII.

18 - EVEREINOFF (V.A) - 1957 - Contribution à l'étude de l'Amandier
Ann. Ecole Nat. Sup. Agro. Toulouse - Tome V.

19 - FAIRCHILD (D) - 1902 - Spanish Almonds and their introduction into America.
U.S.D.A. Bureau of plant industry. Bull. 26

20 - FANELLI (L) - 1939 - Varieta Pugliesi di Mandorle
Roma. Favia.

21 - GAGNARD (J.M.) - 1954 - Recherches sur les caractères systématiques et sur les phénomènes de stérilité chez les variétés d'amandiers cultivées en Algérie.
Ann. Inst. Agric. Algérie. T. VIII. fasc. 2.

22 - GALL (H) - 1969 - Expérience culturale d'un verger d'amandier sur les costières du Gard.
Bull. Tech. Inf. Minist. Agric. n° 241. p. 567 - 576

23 - GAUDIO (S.Del) - 1958 - Ibridazione del Mandorlo.
Frutticoltura p. 145.

24 - GAUDIO (S.Del) - 1963 - Il Mandorlo in Puglia.
Italia Agricola n° 2.

25 - GAUDIO (S.Del) - COLAVITTO (V) - 1964 - Indagine sulla mandorlicoltura barese.
Annali della sperimentazione Agraria. Bari. Vol.XVIII n° 5 - 6.

26 - GAUDIO (S.Del) - PEDONE (L) - 1964 - Per una migliori mandorlicoltura pugliesi.
Annali della sperimentazione Agraria. Roma. Vol.XVIII

27 - GRASSELLY (Ch) - 1965 - Travaux de sélection de l'Amandier en Azerbaidjan.
Faculté d'Agronomie. Tabriz. Iran.

28 - GRASSELLY (Ch) - 1966 - L'amélioration des variétés d'amandiers.
C.T.I.F.L. Documents - Novembre.

29 - GRASSELLY (Ch) - 1967 - Le choix des variétés d'amandiers et leurs porte-greffes.
L'Amandier - Comité National Interprofessionnel de l'amande. Aix en Provence.

30 - GRASSELLY (Ch) et GALL (H) - 1967 - Etude de la possibilité de combinaison de quelques caractères agronomiques chez l'amandier Cristomorto hybridé par trois autres variétés.
Ann. Amél. Plantes. vol. 17 p. 83 - 91.

31 - GRASSELLY (Ch) - 1969 - Considérations générales sur l'espèce Amandier.
Bull. Tech. Inf. Minist. Agric. n° 241.

32 - GRASSELLY (Ch) GALL (H) et LEGLISE (P) - 1969 - Etude pomologique de quarante variétés d'Amandier.
Bull. Tech. Inf. Minist. Agric. n° 241.

33 - GRASSELLY (Ch) - 1969 - Caractéristiques des variétés d'amandier inscrites au catalogue.
Bull. Tech. Inf. Minist. Agric. n° 241.

34 - GRASSELLY (Ch) - 1969 - Objectifs de la sélection variétale chez l'Amandier.
Journée Nationale de l'Amande. Aix en Provence.

35 - GRASSELLY (Ch) - 1971 - Compte rendu de mission en Irak.
S.I.C.O.R.E.S. Paris.

36 - GRASSELLY (Ch) - 1972 - L'Amandier et ses possibilités d'amélioration.
Agronomia Lusitana. XXXII. T. I - IV p. 163 - 171.

37 - GRIGORIAN (V) - 1972 - L'embryogenèse chez l'Amandier (P. Amygdalus Batsch) ; étude comparée de la dormance des graines et de la dormance des bourgeons végétatifs. Thèse Université de Bordeaux.

38 - GROSCLAUDE (Ch) - 1969 - Description sommaire de quelques maladies cryptogamiques importantes de l'Amandier. Bull. Techn. Inf. Minist. Agric. n° 241

39 - GUYOT (A.L.) - 1942 - Origine des plantes cultivées. Presses Universitaires de France

40 - HEPPNER (Myer J.) - 1923 - The factor for the bitterness in the sweet almond. Genetics 8 - 390 - 391.

41 - HEPPNER (M.J.) - 1926 - Further evidence on the factor for bitterness in the sweet almond. Genetics 11 - 605 - 606.

42 - JUKOVSKI (P.M.) - 1951 - Kulturnie rastenia i ih sorodici. Moscou.

43 - KESTER (D.E.) and JONES (R.W.) - 1955 - Small nuts almonds. California Agriculture. vol. 9. n° 8.

44 - KESTER (D.E.) - 1956 - Inheritance of bud-failure in almonds. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. vol. 77. p. 278.

45 - KESTER (D.E.) - 1965 - Size, shape and weight relationship in almond kernels. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. vol. 87. p. 204.

46 - KESTER (D.E.) and JONES (R.W.) - 1970 - Non infectious bud-failure from breedings programs of almond. Journ. of the Am. Soc. Hort. Sci. vol. 95 n° 4. p. 492.

47 - KESTER (D.E.) - 1969 - Pollen effects on chilling requirements of almond and almond peach seeds. Journ. of the Am. Soc. Hort. Sci. vol. 94 n° 3.

48 - KOVALEV (N.V.) and KOSTINA (K.F.) - 1935 - A contribution to the study of the genus Prunus (Focke). Bull. Appl. Bot. Gen. Plant. Breed. série VIII n° 4. Leningrad.

49 - LALANDE (P) - 1968 - Observations sur quelques arbres afghans. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse T. 104 fasc. 1 - 2.

50 - LUTRI (I) - 1935 - Indagine sull' autostérilita ed autofertilita del mandorlo.
Italia Agricola

51 - MAC CARTY, LESLEY and FROST - 1952 - Bitterness of kernels of almond x peach F 1 hybrids and their parents.
Proc. Am. Soc. Hort. Sci. vol. 59. p. 254.

52 - MILELLA (A) - 1963 - Effetti della basse temperatura sugli organi fiorali di mandorlo.
Studi Sassari. Sez. III. 11.

53 - MORT (C.H.) - 1949 - Twenty years of investigation into almond culture.
Agric. Gazette N.S.W. Australie. 60. p. 246 - 250.

54 - MOSS (D.E.) - 1965 - The almond industry in south Australia.
Journ. of Agric. Sept. Adelaide. Australia.

55 - PANTANELLI (E.G.) - 1940 - La date di fioritura del mandorlo in rapporto all' andamento meteorico.
Station Agraria. Bari

56 - PEYRE (P) et SCHEHADE (H) - 1941 - Les amandiers indigènes et exotiques.
Paris. Jouve et Cie.

57 - PROTA (U) - 1962 - L'antracnosi del mandorlo in Sardegna.
Rivista di pathologia vegetale. Série III. vol. II.

58 - PROTA (U) - 1966 - Disseccamento di rami di mandorlo causato da gloeosporium amygdalinum.
Annali della Fac. Agr. Sassari

59 - REHDER - 1940 - Manual of cultivated trees and shrubs.
Arnold Arboretum. Harvard University.

60 - RICHTER (A.A.) - 1964 - Résultats d'un travail pratique et théorique d'hybridation et d'études variétales chez l'Amandier.
Trud. Gos. Nikit. Bot. Sada. 37

61 - RICHTER (A.A.) - 1969 - Objectifs et méthodes de sélection de l'Amandier.
Trud. Gos. Nikit. Bot. Sada. 40

62 - RODER - 1940 - Sortenkundliche Untersuchungen an Prunus domestica.
Kühn Archiv. 54.

63 - SALA ROQUETA (R) - 1941 - Sobre la polinizacion del almendro Desmayo.
Anal. Esc. Agric. Barcelona. 1

64 - SALOM et CALAFELL - 1923 - L'Ametler - Barcelone

65 - SERRES (Olivier de) - 1529 - Théâtre de l'Agriculture.

66 - SERR (E.F.), KESTER (D.E.), WOOD and JONES - 1954 - The Davey almond.
Bull. 741 - University of California.

67 - SCHNEIDER (K) - 1904 - Handbuch der Laubholzkunde.
Iéna. Gustav Fisher.

68 - SPINA (P) - 1957 - Studio sulle principali cultivar di mandorle in provincia di Siracuse.
Riv. dell Orto - vol. XLI

69 - TAILOR (R.H.) - 1918 - The almond in California
University of California
Bull. 297 - Berkeley

70 - THIAULT (J.) - 1969 - Production et Marché des amandes
Bull. Techn. Inf. Minist. Agric. n° 241

71 - TUFTS (W.P.) and PHILP (G.L.) - 1922 - Almond pollination
University of California
Bull. 346 - Berkeley.

72 - VALDEYRON et CROSSA-RAYNAUD (P) - 1950 - Les fruits de Tunisie
Ann. Serv. Bot. Agro. Tunisie. vol. 23.

73 - VAVILOV (N.I.) - 1929 - Agricultural Afghanistan
Léningrad.

74 - VAVILOV (N.I.) - 1930 - Les ancètres sauvages des arbres fruitiers au Turkestan et au Caucase
Int. Hort. Congrès Londres. p. 271.

75 - VAVILOV (N.I.) - 1932 - Sur l'origine de l'Agriculture mondiale d'après les recherches récentes
Rev. Bot. Appl. et d'Agric. Tropic.

76 - VISSER (T) and De VRIES - 1970 - Precocity and productivity of propagated apple and pear seedlings as dependent on the juvenile period.
Euphytica 19 - 141 - 144.

77 - WILSON - 1954 - Seed transmission tests of almond bud-failure disorders
Phytopathology. 44 - 510

78 - WOOD (M.N.) - 1924 - Almond varieties in the United States
U.S.D.A. - Bulletin 1282.

---

79 - FORREST (S.) and WIGGINS - 1964 - Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford.

80 - HOOKER and JACKSON - 1843 - Index Kewensis plantarum phanerogamarum.

81 - QUEZEL (P.) SANTA (S.) - 1962 - Nouvelle flore de l'Algérie
C.N.R.S. Paris.

82 - VISSER (T.) - 1970 - The relation between growth, juvenile period and fruiting of apple seedlings and its use to improve breeding efficiency.
I.V.T. Mededelingen - 314.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 1

HISTORIQUE 7

PREMIERE PARTIE

LES VARIETES D'AMANDIER DANS LE MONDE

CHAPITRE I - REALISATIONS DES COLLECTIONS VARIETALES
METHODE D'INTRODUCTION 21

CHAPITRE II - ETUDE DES VARIETES 25

A - Les caractères morphologiques 26
1. Les boutons floraux 26
2. Les fleurs 28
3. Les feuilles 30
4. Le fruit 31
5. Type de ramification et localisation préférentielle des boutons floraux 35

B - Les caractères physiologiques 37
1. Epoque de floraison 39
2. Débourrement 43
3. Epoque de maturité 44
4. Résistance aux maladies 48

CHAPITRE III - POPULATIONS GEOGRAPHIQUES 57

CONCLUSIONS DE LA PREMIERE PARTIE 64

DEUXIEME PARTIE

AMELIORATION PAR HYBRIDATION

CHAPITRE I - REALISATIONS DES HYBRIDES INTERVARIETAUX . . . 67

A - Obtention des hybrides 67

B - Caractères observés chez les hybrides 71

CHAPITRE II - HERITABILITE DES PRINCIPAUX CARACTERES MORPHOLOGIQUES 73

A - Dureté de la coque 73

B - Présence d'une seule graine dans le fruit 82

C - Grosseur et forme du fruit 87

D - Port des arbres 101

E - Caractéristiques de la feuille 105

F - Dimensions de la fleur et nombre des étamines . . 108

CHAPITRE III - HERITABILITE DES CARACTERES PHYSIOLOGIQUES . 116

A - Rapidité de mise à fruit et abondance de floraison 116

B - Tardivité de floraison 119

C - Epoque de maturité 124

D - Résistance aux maladies 128

CHAPITRE IV - CORRELATIONS ENTRE CERTAINS CARACTERES . . . 134

A - Tardivité de floraison - Importance de floraison . 134

B - Tardivité de floraison - Vigueur 135

C - Importance de la première floraison - Importance de la deuxième floraison 137

CONCLUSIONS DE LA DEUXIEME PARTIE 140

CONCLUSION GENERALE 142

TERMINOLOGIE 146

BIBLIOGRAPHIE . . . .

TABLE DES MATIERES . . . .